

**Denise dos Santos Vila Verde
Adriele Nascimento Santana
José Antonio da Silva Dantas
Arlini Rodrigues Fialho
Letícia Sousa dos Santos
Organizadores**

PRODUÇÃO VEGETAL NA AGRONOMIA: ABORDAGENS E APLICAÇÕES

VOLUME I



**Denise dos Santos Vila Verde
Adrielle Nascimento Santana
José Antonio da Silva Dantas
Arlini Rodrigues Fialho
Letícia Sousa dos Santos
Organizadores**

PRODUÇÃO VEGETAL NA AGRONOMIA: ABORDAGENS E APLICAÇÕES

VOLUME I



Denise dos Santos Vila Verde
Adrielle Nascimento Santana
José Antonio da Silva Dantas
Arlini Rodrigues Fialho
Letícia Sousa dos Santos
Organizadores

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações

©2024 by Wissen Editora
 Copyright © Wissen Editora
 Copyright do texto © 2024 Os autores
 Copyright da edição © Wissen Editora
Todos os direitos reservados

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Wissen Editora.



Todo o conteúdo desta obra, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). A obra de acesso aberto (Open Access) está protegida por Lei, sob Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional, sendo permitido seu *download* e compartilhamento, desde que atribuído o crédito aos autores, sem alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editores Chefe: Dra. Adriana de Sousa Lima
 Me. Junielson Soares da Silva
 Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
 Ma. Denise dos Santos Vila Verde

Projeto Gráfico e Diagramação: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Imagem da Capa: Canva

Edição de Arte: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Revisão: Os autores
 Os Organizadores

Informações sobre a Editora

Wissen Editora
 Homepage: www.editorawissen.com.br
 Teresina – Piauí, Brasil
 E-mails: contato@wisseneditora.com.br
wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:



@wisseneditora

EQUIPE EDITORIAL**Editores-chefes**

Me. Junielson Soares da Silva
 Dra. Adriana de Sousa Lima
 Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
 Ma. Denise dos Santos Vila Verde

Equipe de arte e editoração

Emilli Juliane de Azevedo Neves
 Isaquiel de Moura Ribeiro

CONSELHO EDITORIAL**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Dr. Felipe Górski - Secretaria de Educação do Paraná (SEED/PR)
 Dra. Patrícia Pato dos Santos - Universidade Anhanguera (Uniderp)
 Dr. Jose Carlos Guimaraes Junior - Governo do Distrito Federal (DF)

Ciências Biológicas e da Saúde

Dra. Francijara Araújo da Silva - Centro Universitário do Norte (Uninorte)
 Dra. Rita di Cássia de Oliveira Angelo - Universidade de Pernambuco (UPE)
 Dra. Ana Isabelle de Gois Queiroz - Centro Universitário Ateneu (UniAteneu)

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Dr. Allan Douglas Bento da Costa - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
 Dra. Vania Ribeiro Ferreira - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
 Dr. Agmar José de Jesus Silva – Secretaria de Educação do Amazonas (Seduc/AM)

Linguística, Letras e Artes

Dra. Conceição Maria Alves de A. Guisardi - Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Dr. Isael de Jesus Sena - Culture, Education, Formation, Travail (CIRCEFT)
 Dra. Mareli Eliane Graupe - Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac)
 Dr. Rodrigo Avila Colla - Rede Municipal de Ensino de Esteio, RS
 Dr. Erika Giacometti Rocha Berribili - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
 Dr. Douglas Manoel Antonio De Abreu P. Dos Santos - Universidade de São Paulo (USP)
 Dra. Aline Luiza de Carvalho - Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG)
 Dr. José Luiz Esteves - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)
 Dr. Claudemir Ramos - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)
 Dr. Daniela Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
 Dr. Wilson de Lima Brito Filho - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
 Dr. Cleonice Pereira do Nascimento Bittencourt- Universidade de Brasília (UnB)

Dr. Jonata Ferreira de Moura - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Dra. Renata dos Santos - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Conselho Técnico Científico

Me. Anderson de Souza Gallo - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Ma. Antônia Alikeane de Sá - Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Ma. Talita Benedta Santos Künast - Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Ma. Irene Suelen de Araújo Gomes – Secretaria de Educação do Ceará (Seduc /CE)

Ma. Tamires Oliveira Gomes - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

Ma. Aline Rocha Rodrigues - União das Instituições de Serviços, Ensino e Pesquisa LTDA
(UNISEPE)

Me. Maurício Pavone Rodrigues - Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)

Ma. Regina Katiuska Bezerra da Silva - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Esp. Rubens Barbosa Rezende – Faculdade UniFB

Me. Luciano Cabral Rios – Secretaria de Educação do Piauí (Seduc/PI)

Me. Jhenys Maiker Santos - Universidade Federal do Piauí (UFPI0)

Me. Francisco de Paula S. de Araujo Júnior - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Ma. Anna Karla Barros da Trindade - Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Ma. Elaine Fernanda dos Santos - Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Ma. Lilian Regina Araújo dos Santos - Universidade do Grande Rio (Unigranrio)

Ma. Luziane Said Cometti Lélis - Universidade Federal do Pará (UFPA)

Ma. Márcia Antônia Dias Catunda - Devry Brasil

Ma. Marcia Rebeca de Oliveira - Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Ma. Mariana Moraes Azevedo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Ma. Marlova Giuliani Garcia - Instituto Federal Farroupilha (IFFar)

Ma. Rosana Maria dos Santos - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Ma. Rosana Wichineski de Lara de Souza - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Ma. Simone Ferreira Angelo - Escola Família Agrícola de Belo Monte - MG

Ma. Suzel Lima da Silva - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Ma. Tatiana Seixas Machado Carpenter - Escola Parque

Me. Cássio Joaquim Gomes - Instituto Federal de Nova Andradina / Escola E. Manuel Romão

Me. Daniel Ordane da Costa Vale - Secretaria Municipal de Educação de Contagem

Me. Diego dos Santos Verri - Secretária da Educação do Rio Grande do Sul

Me. Fernando Gagno Júnior - SEMED - Guarapari/ES

Me. Grégory Alves Dionor - Universidade do Estado da Bahia (UNEB)/ Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Me. Lucas Pereira Gandra - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); UNOPAR, Pólo Coxim/MS

Me. Lucas Peres Guimarães – Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa - RJ

Me. Luiz Otavio Rodrigues Mendes - Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Me. Mateus de Souza Duarte - Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Me. Milton Carvalho de Sousa Junior - Instituto Federal do Amazonas (IFAM)

Me. Sebastião Rodrigues Moura - Instituto Federal de Educação do Pará (IFPA)

Me. Wanderson Diogo A. da Silva - Universidade Regional do Cariri (URCA)

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

Ma. Heloisa Fernanda Francisco Batista - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Ma. Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)

Me. Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(Embrapa)

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações



<http://www.doi.org/10.52832/wed.115>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Produção vegetal na agronomia [livro eletrônico]: abordagens e aplicações: volume 1 / organizadores Denise dos Santos Vila Verde... [et al.]. -- Teresina, PI: Wissen Editora, 2024. PDF

Vários colaboradores.

ISBN: 978-65-85923-20-0

DOI: 10.52832/wed.115

1. Agronomia 2. Agricultura 3. Produção vegetal I. Verde, Denise dos Santos Vila.

24-216946

CDD 630

Índices para catálogo sistemático:

1. Agricultura 630

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

Informações sobre da Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

Teresina - Piauí, Brasil

E-mails: contato@wisseneditora.com.br

wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT: VILA VERDE, D. dos, S. *et al.* **Produção vegetal na agronomia: abordagens e aplicações.** v. 1, Teresina-PI: Wissen Editora, 2024. 324 p.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Denise dos Santos Vila Verde



Graduada em Engenharia Florestal pela UFRB, com experiência como bolsista Fapesb em ciência do solo (2014 - 2015). Bolsista Fapesb/CNPq no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, focando em micropropagação de citros, mandioca, inhame e mamão (2015 - 2018). Mestre em Ciências Agrárias pela UFRB, pesquisando conservação *in vitro* de germoplasma de inhame na Embrapa (2020), como bolsista Capes. Atualmente, doutoranda em Produção Vegetal na UESC, como bolsista Capes, desenvolvendo minha tese com indução de haploides e poliploides em citros, além de contribuir com outros trabalhos da cultura e de mandioca, mamão e inhame. Além disso, atuo como professora conteudista/autora desde 2023 na Delinea EDTECH, desenvolvendo materiais didáticos para disciplinas como Hidrologia, Irrigação e Drenagem, Fruticultura, Extensão Rural, e também em oficinas voltadas para a indústria sucroalcooleira e regulamentos de operação de prensa. Também desempenho um papel ativo na organização de eventos, especialmente como membro da Comissão Científica da Bio10 Digital Cursos, contribuindo para a coordenação e qualidade dos conteúdos apresentados.

Adriele Nascimento Santana



Graduada em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2022), apresenta expertise na avaliação de genótipos de banana em campo, com foco em diversas características agrônomicas. Possui experiência significativa na multiplicação *in vitro* de genótipos selecionados, realização de cruzamentos entre genótipos escolhidos e diploides melhorados, e avaliação minuciosa de frutos quanto ao despencamento natural. Mestre pelo do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, na linha de pesquisa em Melhoramento e Biotecnologia Vegetal.

José Antonio da Silva Dantas



Biólogo pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA (BAHIA). Mestre em Biodiversidade Vegetal pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e Mestrando em Ciências Ambientais pelo IFBaiano campus Serrinha. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado da Bahia (2016) e Licenciatura em Pedagogia pela Faculdade Educacional da Lapa (2021). Especialista em Biologia Vegetal (UNEB), em Gestão Pública (CENES), em Docência no Ensino Superior (UCAM), e em Ecologia e Gestão Ambiental (FARESE). Tem experiência na Educação Básica e Vivência no Ensino Superior, Ecologia e Meio Ambiente, com ênfase em Estrutura de População e Distribuição Espacial, Recuperação de Áreas Degradadas e Matas Ciliares, Licenciamento, Consultoria e Educação Ambiental, Inventário Florestal, Análises de Tamanhos e Métodos de Parcelas. Atuando principalmente nos seguintes temas: Protagonismo docente em espaços escolares e não formais, Pedagogia de Projetos com foco no educando, Taxonomia de Angiospermas, Dendrometria, Fenologia, Dispersão, Sementes Nativas, Germinação e Produção de Mudanças.

Arlini Rodrigues Fialho   

Possui graduação em Zootecnia pela Faculdades Integradas-UPIS de Brasília (2016), mestrado em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano, Campus de Rio Verde-GO (2020). É doutoranda em Agronomia - área de Produção Sustentável, pela Universidade de Brasília - UnB (2021). Atua nos seguintes temas: Integração lavoura-pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, fauna do solo, café conilon.

Letícia Sousa dos Santos   

Cientista, pesquisadora e educadora. Graduada em Licenciatura em Ciências da Natureza pela Universidade Federal do Piauí. Mestre pelo Programa em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí. Estudante de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente em Rede pela Universidade Federal do Piauí. Sub-coordenadora do Grupo de Pesquisa em Etno e Educação Ambiental da Universidade Federal do Piauí (GPEEA/UFPI). Realiza pesquisas na área da Botânica, Etnobotânica, Etnozoologia, Educação Ambiental e Ensino de Ciências.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	22
CAPÍTULO 1.....	26
RENDIMENTO SAZONAL DE FORRAGEIRAS HIBERNAIS NO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL	26
Cíntia Maria Dudar   	26
Cristiano Ávila da Rosa   	26
Guilherme Pena Lopes   	26
Thanis Luis Matuszewski   	26
Maico Danúbio Duarte Abreu   	26
DOI: 10.52832/wed.115.682 	26
CAPÍTULO 2.....	33
AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CULTURA DO TRIGO EM SUCESSÃO AO CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA	33
Cristiano Avila da Rosa   	33
Cíntia Maria Dudar   	33
Maico Danúbio Duarte Abreu   	33
DOI: 10.52832/wed.115.683 	33
CAPÍTULO 3.....	43
ESTRATÉGIAS DE TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO PARA HERBICIDA PÓS EMERGENTE NA CULTURA DA CEBOLA.....	43
Vitor Luiz Moreira   	43
Antônio Alberto da Silva   	43
DOI: 10.52832/wed.115.684 	43
CAPÍTULO 4.....	53
EFEITOS DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA MORFOLOGIA DA MANDIOCA	53
Thais de Lima Rodrigues   	53
Arthur Linhares Basilio   	53
Lorena Dias Romualdo   	53
Victória de Lima Santos   	53
André Moraes Moura   	53
João Paulo de Farias Ramos   	53
DOI: 10.52832/wed.115.685 	53
CAPÍTULO 5.....	60

CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADO SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO FOSFATADA	60
Ramón Yuri Ferreira Pereira   	60
Gonçalves Albino Dauala   	60
Selma Maria Dias de Moraes Costa   	60
Daiany de Almeida Araujo   	60
DOI: 10.52832/wed.115.686 	60
CAPÍTULO 6.....	69
EFEITOS DO ESTRESSE OSMÓTICO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	69
José Lucas dos Santos Oliveira   	69
Vitória Ferreira de Lucena   	69
Thais Fortunato Pereira da Silva   	69
Edevaldo da Silva   	69
DOI: 10.52832/wed.115.687 	69
CAPÍTULO 7.....	76
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) EM DIFERENTES PROFUNDIDADES DE PLANTIO	76
Romana Tatiane Soares Santos   	76
Fabício Silveira Santos   	76
Leonardo Inácio Mendes   	76
Bernardo de Lima Mourão   	76
Cibelle Ribeiro Dias   	76
Neusira Pereira da Costa   	76
João Pedro Rodrigues Bahia   	76
Cleane Ferreira Guimarães   	76
DOI: 10.52832/wed.115.688 	76
CAPÍTULO 8.....	83
ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE MASSA SECA E VALOR NUTRITIVO DE QUATRO GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO	83
Maria Margarete de Sousa Batista   	83
Andrea Krystina Vinente Guimarães   	83
DOI: 10.52832/wed.115.689 	83

CAPÍTULO 9.....	91
RENDIMENTO PRODUTIVO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE SORGO	91
Arthur Linhares Basilio   	91
Thais de Lima Rodrigues   	91
João Gabriel Ferrera Cabral   	91
Filipi Augustus Ribeiro Canuto   	91
Gabriel Ferreira Diniz   	91
Lorena Dias Romualdo   	91
Victória de Lima Santos   	91
André Moraes Moura   	91
DOI: 10.52832/wed.115.690 	91
CAPÍTULO 10	98
AVALIAÇÃO DO USO DE EXTRATOS DE FUNCHO PARA O CONTROLE DE <i>Alternaria sp.</i> EM CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATE	98
Paôla da Conceição Campos Malta   	98
Leila de Castro Louback Ferraz   	98
DOI: 10.52832/wed.115.691 	98
CAPÍTULO 11	108
CONTROLE BIOLÓGICO NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE <i>Oryza sativa</i> L.	108
Robson Eduardo Pereira Monteiro   	108
Gabriela Barbosa de Freitas Monteiro   	108
Mariana Tamires da Silva   	108
Matheus Carneiro Nascimento   	108
Hilderlande Florêncio da Silva   	108
Edcarlos Camilo da Silva   	108
Maria Silvana Nunes   	108
Jakeline Florêncio da Silva   	108
Matheus Henrique Cardoso de Araújo   	108
Luciana Cordeiro do Nascimento   	108
DOI: 10.52832/wed.115.692 	108
CAPÍTULO 12	116
MICROBIOLIZAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Capsicum annum</i> L. COM EXTRATOS AQUOSOS DA FUNGICULTURA	116

Robson Eduardo Pereira Monteiro   	116
Gabriela Barbosa de Freitas Monteiro   	116
Rayane Nunes Gomes   	116
Hilderlande Florêncio da Silva   	116
Lays Klécia Silva Lins   	116
Paulo Cássio Alves Linhares   	116
Edcarlos Camilo da Silva   	116
Analberto Ian de Oliveira Nascimento   	116
Matheus Henrique Cardoso de Araújo   	116
Luciana Cordeiro do Nascimento   	116
DOI: 10.52832/wed.115.693 	116
CAPÍTULO 13	127
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DA MATÉRIA SECA E ANÁLISE QUÍMICA DE CAPIM ELEFANTE (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.) EM DIFERENTES PERÍODOS DE CORTE	127
Bento Gil Uane   	127
Olga Lurdes Jossias Fafetine   	127
José Manuel Saúte   	127
DOI: 10.52832/wed.115.694 	127
CAPÍTULO 14	136
EFEITO DE DIFERENTES COMPOSTOS ORGÂNICOS SOBRE A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE DOIS TIPOS DE SOLO	136
Rafael Gustavo Ferreira Morales   	136
Rafael Ricardo Cantú   	136
Euclides Schallenberger   	136
Alexandre Visconti   	136
DOI: 10.52832/wed.115.695 	136
CAPÍTULO 15	144
ACÚMULO E LIBERAÇÃO DE POTÁSSIO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO POR CULTURAS DE COBERTURA NO CERRADO MATO-GROSSENSE	144
Thaís Rodrigues Magalhães Guedes   	144
Leandro Pereira Pacheco   	144
DOI: 10.52832/wed.115.696 	144
CAPÍTULO 16	154

UTILIZAÇÃO DE CONCENTRAÇÕES DE BIOCHAR PARA AVALIAR O DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE COENTRO	154
José Hermes Severo dos Santos   	154
José Matheus Gonzaga Santos   	154
Brena Maíza de Siqueira Tavares   	154
Gabriela Fabrízia Diniz Leite   	154
Vitor Mineu Silva Barbosa   	154
Gilmara Mabel Santos   	154
DOI: 10.52832/wed.115.697 	154
CAPÍTULO 17	162
MONITORAMENTO DA INFESTAÇÃO DO BICHO-MINEIRO-DO-CAFEEIRO E SUA RELAÇÃO COM AS CONDIÇÕES HÍDRICAS EM PATROCÍNIO, MG ...	162
Vânia Aparecida Silva   	162
Margarete Marin Lordelo Volpato   	162
Christiano Sousa Machado de Matos   	162
Meline de Oliveira Santos   	162
Rogério Antônio Silva   	162
Tiago Henrique da Silva   	162
Franklin Daniel Inácio   	162
Hudson Teixeira   	162
DOI: 10.52832/wed.115.698 	162
CAPÍTULO 18	170
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MELÃO AMARELO NO CERRADO SUL-MARANHENSE.....	170
Livia Kellen Ferreira da Costa Santos   	170
Luís Eduardo da Silva   	170
Vanessa Pereira Martins   	170
Roberto Barros Aguiar   	170
Rodrigo de Souza Pinheiro   	170
Ana Carolina de Assis Dantas   	170
Laura Evenly dos Reis Rosa   	170
Dhâmarys Aynoã Barbosa   	170
Richardson Soares de Souza Melo   	170
DOI: 10.52832/wed.115.699 	170

CAPÍTULO 19	178
AVALIAÇÃO DO USO DE SOLUBILIZADOR DE FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO E INDICES AGRONOMICOS EM CULTIVAR DE ALHO NOBRE	178
Roberto Celio Antunes Júnior   	178
Francisco Vilela Resende   	178
Renata Caires de Souza   	178
Alex Pereira de Oliveira   	178
Vinícius Afonso Pereira   	178
Ingrid Barros Meira   	178
Juliane Bárbara Miranda Santos   	178
Antonio Batista Cavalcanti Bisneto   	178
Quelmo Silva de Novaes   	178
Gisele Brito Rodrigues   	178
DOI: 10.52832/wed.115.700 	178
CAPÍTULO 20	187
FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM PLANTAS SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO	187
Patrycia Elen Costa Amorim   	187
Larissa Ferreira Gomes Chaves   	187
Jéssica dos Santos Almeida   	187
Agda Malany Forte de Oliveira   	187
João Luiz Lima   	187
Rodrigo Rafael da Silva   	187
Vander Mendonça   	187
DOI: 10.52832/wed.115.701 	187
CAPÍTULO 21	196
USO DE HIDROGEL EM PLANTAS SOB ESTRESSE AMBIENTAL: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO	196
Patrycia Elen Costa Amorim   	196
Larissa Ferreira Gomes Chaves   	196
Milena de Almeida Bastos do Nascimento   	196
Matheus Augusto Silva   	196
Rodrigo Rafael da Silva   	196

Fagner Nogueira Ferreira   	196
Raíres Irlenizia da Silva Freire   	196
Elisandra Sampaio de Freitas   	196
Vander Mendonça   	196
DOI: 10.52832/wed.115.702 	196
CAPÍTULO 22	205
AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DE POLPA DE ACEROLA COM CAL VIRGEM	205
Gerusa Batista Dantas   	205
Maria Margarete de Sousa Batista   	205
Deleon Damasceno Freitas   	205
Andrea Krystina Vinente Guimarães   	205
DOI: 10.52832/wed.115.703 	205
CAPÍTULO 23	213
EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM PRODUTOS BIOLÓGICOS NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE ERVILHA (<i>Pisum sativum</i> L.)	213
Nayarha Mafaldo de Oliveira Brincker   	213
Pedro Liscano Viana   	213
Gabriel Rodrigues Ramires   	213
Claudinei dos Santos Rodrigues   	213
João Vitor Mildner   	213
Gabriel Pedroso Soares   	213
Pedro Lucas Keller Picolo   	213
Marcos Andrei Comparsi Bottega   	213
Renata Silva Canuto de Pinho   	213
Guilherme Ribeiro   	213
DOI: 10.52832/wed.115.704 	213
CAPÍTULO 24	221
LEPIDÓPTEROS (INSECTA) ASSOCIADOS AO CULTIVO DE PLANTAS ORNAMENTAIS EM RIO PRETO DA EVA, AMAZONAS, BRASIL	221
Gilcélia Melo Lourido   	221
Karla Francini Gonçalves Guerra   	221
Fernanda Lourido Xavier   	221

DOI: 10.52832/wed.115.705 	221
CAPÍTULO 25	231
ENVELHECIMENTO DE SEMENTES E ANÁLISE PROCESSO DE EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE AROEIRA (<i>Astronium urundeuva</i> M. Allemão)	231
Matheus Ribeiro Santana   	231
José Aliçandro Bezerra da Silva   	231
Jocelma Maria da Silva   	231
Anderson da Silva Santos   	231
Ana Vitória Freire Neves   	231
Diego Ariel Meloni   	231
João Henrique Rodrigues Sá   	231
Erica Heloise Freitas Santos   	231
Marcelo da Silva Martins   	231
Giovani Evangelista Santos   	231
DOI: 10.52832/wed.115.706 	231
CAPÍTULO 26	239
ENVELHECIMENTO DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DA ESPÉCIE DE CATINGUEIRA (<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis) NA CAATINGA, VALE SÃO FRANCISCO	239
Matheus Ribeiro Santana   	239
José Aliçandro Bezerra da Silva   	239
João Henrique Rodrigues Sá   	239
Anderson da Silva Santos   	239
Ana Vitória Freire Neves   	239
Diego Ariel Meloni   	239
Erica Heloise Freitas Santos   	239
Marcelo da Silva Martins   	239
Jocelma Maria da Silva   	239
Giovani Evangelista Santos   	239
DOI: 10.52832/wed.115.707 	239
CAPÍTULO 27	248
EFEITO SINÉRGICO DO TRATAMENTO DE SEMENTE NA CULTURA DE SOJA	248

Jhansley Ferreira da Mata   	248
Raquel de Souza   	248
Ana Maguida Lemes de Paula   	248
Vagner de Oliveira Machado   	248
Daniela Valentina Montero Camacho   	248
Cristina Veloso de Castro   	248
Ana Carolina Durigon Boldrin   	248
Gabriel Longuinhos Queiroz   	248
Gabriel Gomes Mendes   	248
Heytor Lemos Martins   	248
DOI: 10.52832/wed.115.708 	248
CAPÍTULO 28	258
USO DE PALHADA EM COBERTURA NA CULTURA DO FEIJÃO E NA REDUÇÃO DO CAPIM-MARANDU	258
Cristina Veloso de Castro   	258
Heytor Lemos Martins   	258
Jhansley Ferreira da Mata   	258
Daniela Valentina Montero Camacho   	258
Gabriel Longuinhos Queiroz   	258
Gabriel Gomes Mendes   	258
Vanesca Korasaki   	258
DOI: 10.52832/wed.115.709 	258
CAPÍTULO 29	267
CAPACIDADE DE CONSERVAÇÃO DA VIABILIDADE DO EMBRIÃO AO LONGO DO TEMPO E O PROCESSO DE EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE PAU-FERRO (<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz) CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO	267
Matheus Ribeiro Santana   	267
José Aliçandro Bezerra da Silva   	267
Jocelma Maria da Silva   	267
Giovani Evangelista Santos   	267
Ana Vitória Freire Neves   	267
Anderson da Silva Santos   	267
Diego Ariel Meloni   	267

João Henrique Rodrigues Sá   	267
Erica Heloíse Freitas Santos   	267
Marcelo da Silva Martins   	267
DOI: 10.52832/wed.115.710 	267
CAPÍTULO 30	275
EFICIÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE LEUCENA	275
Manoel Nelson de Castro Filho   	275
Maria Caroline Aguiar Amaral   	275
Arlete da Silva Bandeira   	275
Jerffson Lucas Santos   	275
Bárbara Louise Pacheco Ramos   	275
Talita Oliveira dos Santos   	275
Juan Marcus Chagas Silva   	275
Caroline Boaventura Nascimento Penha   	275
Nilglaudson de Sousa Fernandes   	275
DOI: 10.52832/wed.115.711 	275
CAPÍTULO 31	285
ACÚMULO DE MACRO E MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS DA ALFACE AMERICANA (<i>Lactuca sativa</i> L.) EM SISTEMA HIDROPÔNICO SOB INFLUÊNCIA DE SILÍCIO E SELÊNIO	285
Júlia Araujo Petreca   	285
Carlos Eduardo da Silva Oliveira   	285
Bruno Barbosa Ascoli   	285
Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho   	285
DOI: 10.52832/wed.115.712 	285
CAPÍTULO 32	291
DESAFIOS FITOSSANITÁRIOS NO CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATE: UM ESTUDO DE CASO EM CAPIM BRANCO, MINAS GERAIS	291
Paôla da Conceição Campos Malta   	291
Letícia Nörnberg Maciel   	291
Leila de Castro Louback Ferraz   	291
DOI: 10.52832/wed.115.713 	291
CAPÍTULO 33	300

SENSIBILIDADE DAS CULTIVARES DE FEIJÃO-COMUM, PÉROLA, RIQUEZA E POTÊNCIA, ÀS RAÇAS 81 E 73 DE <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	300
Thais Carla Dal Bello   	300
Egabrieli Garbin   	300
Pedro Boff   	300
DOI: 10.52832/wed.115.714 	300
CAPÍTULO 34	308
ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGEM NO CERRADO BRASILEIRO: UMA REVISÃO DE LITERATURA	308
Alana Nascimento Vasco   	308
DOI: 10.52832/wed.115.715 	308
CAPÍTULO 35	316
RESPOSTAS BIOMÉTRICAS DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO IRRIGADAS COM ÁGUAS DE DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE	316
Teonis Batista da Silva   	316
Karolayne Ribeiro Caetano   	316
Gabriel Araujo Milarindo   	316
Patrick Siqueira Costa   	316
Renato Oliveira de Sousa   	316
Manderson Nunes da Silva   	316
João Alves Carvalho   	316
Maria Valnice de Souza Silveira   	316
Rafael de Souza Miranda   	316
DOI: 10.52832/wed.115.716 	316

APRESENTAÇÃO

A produção vegetal é uma área fundamental da agronomia, focada no cultivo de plantas para diversos fins, como alimentação, fibras, biocombustíveis e outros produtos agrícolas. Esta obra intitulada “*Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações*” traz pesquisas de várias regiões do Brasil, de culturas como o trigo, aveia preta, trevo branco, mandioca, algodão entre outras. Além disso, aborda tecnologias para controle de pragas, técnicas de cultivo e seus avanços, dentro outros aspectos relacionados à produção vegetal.

No *Capítulo 1* – avaliou-se a distribuição sazonal do rendimento de forrageiras hibernais em cultivo solteiro e consorciado, buscando desenvolver um sistema competitivo. O estudo foi realizado em Catuípe/RS, envolveu espécies como trigo, aveia preta, azevém, trevo branco e cornichão, em plantio direto após a cultura de soja no verão, com cortes da matéria verde em quatro períodos, utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso (DBC), com 7 tratamentos e 3 repetições

O *Capítulo 2* – avaliou alguns componentes de rendimento da cultura do trigo em sucessão ao cultivo de diferentes espécies de plantas de cobertura, tanto em solteiro como em consórcio, com o experimento realizado no município de Santa Bárbara do Sul, RS.

No *Capítulo 3* – avaliou-se o controle das plantas daninhas na cultura da cebola e o grau de injúrias na cultura com diferentes tecnologias de aplicação.

O *Capítulo 4* – analisou-se as características morfométricas da parte aérea da mandioca em resposta a diferentes doses de adubação potássica.

No *Capítulo 5* – foram avaliados os efeitos das doses de adubação de superfosfato simples no cultivo de feijão-caupi. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas seguintes doses: 0, 222, 444, 666 e 888 kg ha⁻¹ de superfosfato simples.

O *Capítulo 6* – apresenta os efeitos provocados pelo estresse osmótico no desenvolvimento germinativo da pau-cigarra (*Senna multijuga*). Para tanto, foram realizados experimentos laboratoriais, utilizando o KCl nas seguintes concentrações: 0,0 (controle); 20,0; 40,0; 60,0; 80,0; 160,0 e 240,0 mM.

O *Capítulo 7* – aborda a germinação de sementes de feijão plantadas em diferentes profundidades, havendo melhores resultados para a germinações e altura de plantas no plantio superficial.

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

No *Capítulo 8* – investigou-se o valor nutritivo de diferentes gramíneas, incluindo *Urochloa brizantha* (cv. Marandu) e cultivares de *Megathyrsus maximum* (cv. Mombaça, cv. Miyaqui, cv. Zuri), na ausência e na presença de adubações de cálcio e magnésio.

No *Capítulo 9* – objetivou-se quantificar e distinguir o rendimento forrageiro e a composição percentual de quatro genótipos de sorgo: 'Ponta Negra', 'BRS665', 'Volumax' e 'BRS805', com a pesquisa sendo realizada no Setor de Caprinocultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

O *Capítulo 10* – focou-se na utilização de extratos de Funcho (*Foeniculum vulgare*) como uma alternativa sustentável para o controle do fungo *Alternaria* sp., que frequentemente afeta essa cultura. A pesquisa foi executada *in vitro* no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), usando um isolado de *Alternaria* sp. coletado de tomateiros da variedade crioula "Seriguela" da Fazenda Vista Alegre, localizada em Capim Branco, Minas Gerais.

No *Capítulo 11* – determinou-se o efeito de produtos comerciais a base de *Trichoderma* spp., *Bacillus* sp. e *Beauveria* sp. na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Oryza sativa* L.

No *Capítulo 12* – avaliou-se a eficiência dos extratos dos cogumelos shimeji, shitake, reish e seus respectivos substratos gastos, na qualidade de sementes de pimentão.

No *Capítulo 13* – avaliou-se produtividade da massa fresca, da matéria seca, a altura das plantas e análise química. Utilizou-se teste Tukey para comparação das médias, com 5% de significância. Os diferentes cortes apresentaram correlação positiva ($P < 0,05$) em todas as variáveis analisadas

No *Capítulo 14* – estudou a condutividade elétrica (CE) de dois tipos de solo adubados com quatro tipos de compostos orgânicos, ao longo de quatro ciclos sucessivos de alface em cultivo protegido.

Já no *Capítulo 15* – avaliou-se sistemas, solteiros e consorciados, o acúmulo e liberação de potássio da fitomassa de culturas anuais e de cobertura em safrinha e produtividade da soja em sucessão no Cerrado mato-grossense.

No *Capítulo 16* – avaliou-se a viabilidade do uso de biochar de cama de aviário em substrato comercial para o desenvolvimento de plântulas de coentro.

Na pesquisa do *Capítulo 17* – analisou-se o impacto das condições climáticas e hídricas, bem como a infestação do bicho-mineiro em área experimental de Patrocínio, MG durante a estação seca.

No *Capítulo 18* – avaliou-se o desempenho agrônômico de três cultivares de melão amarelo (GoldNews, Mandachuva e Goldex), além de identificar a capacidade produtiva e qualidade dos

frutos dessas cultivares, no IFMA - Campus São Raimundo das Mangabeiras. Para isso, foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições.

No *Capítulo 19* – avaliou-se o potencial de microrganismos solubilizadores de fosfato na cultivar San Valentim. Conduzido em campo experimental em vitória da conquista na Bahia, testou diferentes doses do solubilizador BiomaPhos[®], doze 0 (testemunha); 250; 500; 750; 1000 ml ha⁻¹. As doses de 250 e 500 ml ha⁻¹ aumentaram a altura das plantas e o número de folhas expandidas.

No *Capítulo 20* – realizou-se uma análise bibliométrica da produção científica sobre o uso de fungos micorrízicos arbusculares em plantas sob estresse hídrico. Foi realizado uma análise bibliométrica de artigos científicos publicados mundialmente, no período de 1996 a 2024, obtidos nas bases Web of Science (WoS) que abordassem sobre “fungos micorrízicos arbusculares” e “estresse hídrico” e “plantas”.

No *Capítulo 21* – realizou-se uma análise bibliométrica da produção científica sobre o uso de hidrogel em plantas submetidas a estresses ambientais. A base de dados *Web of Science* (WoS) foi utilizada para obter as informações no período de 1980 a 2024 da produção científica na temática apresentada.

No *Capítulo 22* – avaliou-se o efeito do uso de aditivos químicos, óxido de cálcio, nas perdas da matéria seca, no perfil fermentativo, e no valor nutricional de silagens de resíduos de acerola.

O *Capítulo 23* – trouxe uma investigação sobre a influência de produtos biológicos, à base de *Trichoderma* e *Bacillus* utilizados no tratamento de sementes, na germinação e no crescimento inicial de ervilha.

No *Capítulo 24* – o objetivo foi conhecer a fauna de lepidópteros associada ao cultivo de plantas ornamentais em Rio Preto da Eva, verificando a interação com as espécies botânicas e, em caso de praga, as injúrias ocasionadas. Foram realizadas visitas bimestrais, durante os anos de 2015 e 2016, com coletas que ocorreram por meio de busca ativa diretamente nos cultivos.

No *Capítulo 25* – avaliou-se a influência do envelhecimento das sementes de aroeira nas características morfológicas e fisiológicas das plântulas durante dois ciclos de cultivo.

No *Capítulo 26* – buscou-se avaliar o impacto do envelhecimento das sementes de catingueira na emergência e nas características morfológicas e fisiológicas das plântulas, em dois ciclos de cultivo.

O *Capítulo 27* – focou-se no desenvolvimento da cultura da soja por meio da aplicação antecipada de coquetéis de produtos, em que se utilizou tratamentos químicos e inoculação das sementes de soja.

No *Capítulo 28* – objetivou-se estudar o efeito de palhas no controle de capim-marandu em convivência com feijão, por meio de quatro manejos de solo e quatro densidades de plantas.

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

No *Capítulo 29* – avaliou-se como a idade e viabilidade dos embriões podem influenciar no processo de emergência e crescimento inicial de plântulas. O experimento ocorreu na Universidade Federal do Vale do São Francisco, em Juazeiro, Bahia.

No *Capítulo 30* – avaliou-se a eficiência de diferentes métodos para superação da dormência em sementes de leucena, avaliando a escarificação mecânica com lixa, escarificação física em imersão em água a 80 °C por 2,5; 5,0; 7,5 e 10 minutos, além da testemunha (controle).

O *Capítulo 31* – apresentou-se uma investigação sobre o efeito da adição desses elementos sob o acúmulo de nutrientes na alface hidropônica, para isso, utilizou-se o sistema hidropônico NFT em blocos casualizados.

No *Capítulo 32* – analisou-se os aspectos fitossanitários no cultivo orgânico de tomate na Fazenda Vista Alegre, em Capim Branco (Minas Gerais), com foco na variedade crioula Seriguela e nas cultivares Santa Clara, BRS Couto, BRS Nagai e BRS Montese.

No *Capítulo 33* – avaliou-se o perfil de sensibilidade das cultivares BRS Pérola, SCS205 Riqueza e SCS206 Potência às raças 81 e 73 de *C. lindemuthianum*.

No *Capítulo 34* – realizou-se uma revisão bibliográfica para identificar as principais doses de adubação empregadas em pastagens, visando compreender sua eficiência no contexto do desenvolvimento vegetal.

No *Capítulo 35* – foram avaliadas as respostas biométricas de cultivares de algodoeiro irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidades. Para isso, investigou-se seis cultivares e cinco níveis de condutividade elétrica (CE) da água de irrigação (controle; 4,0; 8,0; 12,0 e 16 dS m⁻¹).

Assim, a obra contempla, portanto, temáticas relacionadas aos avanços científicos e tecnológicos na área da Agronomia, com intuito de promover a divulgação de pesquisas relacionadas às tecnologias para controle de pragas, técnicas de cultivo, avanços na produção de culturas em várias regiões do Brasil e aspectos relacionados à produção vegetal, como adubação, salinidade e nutrição, entre outros. Assim, desejamos que façam bom proveito dos estudos compartilhados aqui!

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Denise dos Santos Vila Verde

CAPÍTULO 1

RENDIMENTO SAZONAL DE FORRAGEIRAS HIBERNAIS NO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Cíntia Maria Dudar   

Faculdade Santo Ângelo – FASA, Brasil

Cristiano Ávila da Rosa   

Faculdade Santo Ângelo – FASA, Brasil

Guilherme Pena Lopes   

Faculdade Santo Ângelo – FASA, Brasil

Thanis Luis Matuszewski   

Faculdade Santo Ângelo – FASA, Brasil

Maico Danúbio Duarte Abreu   

Docente na Faculdade Santo Ângelo – FASA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.682 

Resumo: A alimentação animal, principal custo na produção de leite, baseia-se em pastagens, a forma mais econômica de alimentação, porém desafiadora ao longo do ano, levando a busca por sistemas forrageiros competitivos. O objetivo deste estudo é avaliar a distribuição sazonal do rendimento de forrageiras hibernais em cultivo solteiro e consorciado, buscando desenvolver um sistema competitivo. Realizado em Catuípe/RS, envolveu espécies como Trigo, Aveia preta, Azevém, Trevo branco e Cornichão, em Plantio Direto após a cultura de soja no verão, com cortes da matéria verde em quatro períodos, utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso (DBC), com 7 tratamentos e 3 repetições. Os resultados indicaram que a aveia preta em cultivo solteiro foi a mais produtiva, especialmente no primeiro corte. Os consórcios não superaram as produções individuais das forrageiras, e o terceiro corte foi o período de maior produção para a maioria das espécies. A menor produtividade do trevo branco e do cornichão nos consórcios foi atribuída à sua perenidade. A integração de espécies não resultou em aumento significativo na produção de biomassa vegetal, sugerindo a necessidade de estudos adicionais para explorar outras variáveis na interação entre as espécies e compreender melhor suas implicações no rendimento do sistema forrageiro.

Palavras-chave: Biomassa vegetal. Integração de espécies. Produção leiteira. Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul se destaca como um dos principais produtores leiteiros do Brasil, sendo responsável por cerca de 13% da produção nacional (Vilela *et al.*, 2016). Sendo que, municípios como Ibirubá, Augusto Pestana, Santo Cristo e Crissiumal, se destacaram no período de 2018 a 2020 como os maiores produtores de leite do estado, com uma produção leiteira média anual superior a 50 milhões de litros (Leusin Júnior *et al.*, 2022). Vale ressaltar, em conformidade a Rodrigues *et al.* (2022), que a produção leiteira no Rio Grande do Sul tem como principal característica a presença de pequenas propriedades rurais, que respondem por cerca de 70% da produção total de leite do estado.

A alimentação representa o componente principal do custo de produção do leite. Portanto, a alimentação de bovinos baseada em pastagens, na qual os animais selecionam forragens com valor nutritivo adequado, é reconhecida como a forma mais econômica de produção (Fontaneli *et al.*, 2018). No território brasileiro, a extensão de terras cultivadas destinadas à pastagem totaliza cerca de 105 milhões de hectares, com predominância de gramíneas na maioria dessas áreas (Carvalho, 2022). No entanto, é válido destacar que as leguminosas, embora em menor proporção, ganharam espaço na produção animal no Brasil, pois são importantes fontes de proteína que melhoram o valor nutritivo da forragem disponível, aumentando a produtividade animal (Moreira *et al.*, 2018).

Nesse contexto, as forrageiras podem ser classificadas como gramíneas ou leguminosas. Assim, diversas são as espécies e cultivares adaptadas que podem compor as pastagens no período de inverno. No entanto, mesmo com grande oferta dessas herbáceas, é um desafio para o produtor

garantir forragens aos animais ao longo do ano todo (Maixner; Silva, 2015). Desse modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar a distribuição sazonal do rendimento de forrageiras hibernais no cultivo solteiro e consorciado, visando desenvolver um sistema forrageiro competitivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma pesquisa exploratória de natureza quali-quantitativa. O trabalho foi executado na propriedade de Elimar Dudar, localizada na localidade de Valinhos, no município de Catuípe/RS. O contexto da pesquisa envolveu a implantação das espécies forrageiras em um Sistema Plantio Direto (SPD) após o cultivo de soja no verão. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico e o clima da região se caracteriza como Subtropical Úmido.

A dessecação da área foi realizada no dia 12 de maio de 2023 com herbicida Glufosinato - Sal de Amônio, na dose de 2 L ha⁻¹. O experimento foi delineado em Blocos ao Acaso (DBC) com 7 tratamentos e 3 repetições, sendo realizada a semeadura das espécies forrageiras em 16 de maio de 2023, considerando as seguintes densidades: Trigo 60 kg ha⁻¹; Aveia preta 70 kg ha⁻¹; Azevém 25 kg ha⁻¹; Trevo branco 4 kg ha⁻¹ e Cornichão 10 kg ha⁻¹. Para os consórcios considerou-se as seguintes proporções: Azevém 50% + Aveia 50%; Azevém 30% + Aveia preta 50% + Cornichão 20%; Azevém 30% + Aveia preta 50% + Trevo branco 20%; Trigo 80% + Cornichão 20%.

As adubações de plantio e cobertura foram realizadas com base no SBCS (2016), seguindo-se as recomendações técnicas para as espécies forrageiras, considerando a exigência das gramíneas como base de cálculo para recomendação de adubação em consórcios. Dessa forma, para a adubação de plantio foram utilizados 500 kg ha⁻¹ do formulado na ordem de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), com a razão de 10-10-20, respectivamente para N-P-K. A aplicação da adubação nitrogenada em cobertura foi realizada com uréia 45% na quantidade de 65 kg ha⁻¹ dividida em duas aplicações, onde a primeira ocorreu 49 dias após a semeadura (DAS) e a segunda 30 dias após o primeiro corte. No dia 19 de julho de 2023 foi realizada uma aplicação de fungicida Picoxistrobina e Ciproconazol, na dose de 600 mL ha⁻¹ para o controle de doenças fúngicas.

Os cortes foram realizados com base na altura das gramíneas (em média 0, 30 m de altura), considerando residual de 0, 12 m. O primeiro corte ocorreu no dia 16 de julho de 2023, o segundo corte em 12 de agosto de 2023, o terceiro corte em 09 de setembro de 2023 e o quarto corte em 11 de outubro de 2023, utilizando-se um quadro com dimensões de 0,5 x 0,5 m, uma régua para medição de altura das forragens, faca e balança digital para o corte e pesagem da matéria verde.

Após cada corte, prosseguiu-se da seguinte maneira:

- Pesagem da matéria verde (MV) e retirada de uma amostra representativa.

- Secagem da amostra em estufa a 65 °C por 48 horas.
- Pesagem da matéria parcialmente seca (MPS) após resfriamento.
- Moagem da MPS e inserção de 4 gramas da mesma em cadinhos de porcelana previamente secos em estufa e resfriados no dessecador.
- Determinação da matéria seca (MS) em cadinhos de porcelana a 105 °C por 16 horas.
- Pesagem dos recipientes com amostras secas e cálculo da MS.

Os dados foram submetidos a teste de normalidade dos dados e análise da variância (ANOVA) e, havendo significância, realizou-se análise complementar, utilizando o teste Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do *software* estatístico Rbio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da produção de matéria verde e seca em quatro cortes, conforme Tabela 1, evidenciou que a aveia preta em cultivo solteiro foi a forrageira mais produtiva, atingindo 11,67 t ha⁻¹ no primeiro corte. Tal desempenho pode ser atribuído ao seu vigoroso crescimento e alta capacidade de perfilhamento, conforme destacado por Fontaneli *et al.* (2012). Os consórcios contendo aveia preta também apresentaram produções expressivas de matéria verde.

Tabela 1 - Produção de matéria verde (MV) da parte aérea (t ha⁻¹) das espécies forrageiras Trigo, Aveia Preta, Azevém, Az. + A. P., Az. + A. P. + Cornichão, Az. + A. P. + Trevo Branco e Trigo + Cornichão por corte. Catuípe, localidade de Valinhos/RS, 2023.

Espécies forrageiras	Matéria Verde (t ha ⁻¹)			
	Corte 1*	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Trigo	2,71 bcBC**	6,11 abB	11,51 aA	0 aC
Aveia Preta	11,67 Aa***	7,75 abA	7,95 aA	1,96 aB
Azevém	2,10 cB	4,61 abB	11,20 aA	2,85 aB
Az. + A. P.	7,16 abAB	8,44 aA	9,63 aA	3,51 aB
Az. + A. P. + Cornichão	8,45 aA	7,85 abA	10,61 aA	2,23 aB
Az. + A. P. + Trevo Branco	8,96 aA	8,09 aA	8,23 aA	2,47 aB
Trigo + Cornichão	2,07 cB	3,29 bB	10,76 aA	0 aB
CV (%)	30,92			

*1º corte: 16 jul. 2023; 2º corte: 12 ago. 2023; 3º corte: 09 set. 2023; 4º corte: 11 out. 2023.

**Médias seguidas por letra minúscula na coluna indicam diferenças dos tratamentos em cada um dos cortes e médias seguidas por letra maiúscula na linha indicam diferenças do mesmo tratamento nos quatro cortes.

***Médias seguidas por mesma letra na linha e na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5%.

Fonte: Autores, 2023.

O estudo indicou que o trigo, tanto em cultivo solteiro quanto em consórcio, teve baixa produção de matéria verde no primeiro corte, mas seu desempenho aumentou progressivamente, alcançando uma máxima produção no terceiro corte. Esses resultados corroboram com os achados de Castro *et al.* (2016), que relatam a variação na disponibilidade de trigo para o primeiro corte. No

entanto, no quarto corte, não foi obtida produção devido ao não atingimento da altura mínima estabelecida para o corte.

Os tratamentos com consórcios não apresentaram diferenças significativas entre si e ao longo dos cortes, indicando uma estabilidade na produção de matéria verde. No entanto, esses valores foram inferiores às espécies cultivadas em solteiro, contradizendo a hipótese de que os consórcios poderiam resultar em uma maior produção de biomassa vegetal devido à integração de mais de uma espécie forrageira.

Na análise da produção de matéria seca no primeiro corte, conforme Tabela 2, a aveia preta se destacou com a maior produção, alcançando 10,58 t ha⁻¹, superando significativamente os demais tratamentos. Esses resultados corroboram com estudos anteriores, como o de Back *et al.* (2018), que mencionam a possibilidade de alcançar até 16,5 t ha⁻¹ de matéria seca sob condições favoráveis de solo e clima.

Tabela 2 - Produção de matéria seca (MS) da parte aérea (t ha⁻¹) das espécies forrageiras Trigo, Aveia Preta (A. P.), Azevém (Az.), Az. + A. P., Az. + A. P. + Cornichão, Az. + A. P. + Trevo Branco e Trigo + Cornichão por corte. Catuípe, localidade de Valinhos/RS, 2023.

Espécies forrageiras	Matéria Seca (t ha ⁻¹)			
	Corte 1*	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Trigo	1,40 fC**	3,60 eB	7,36 eA	0 fD
Aveia Preta	10,58 aA***	5,17 cB	4,71 gC	1,29 eD
Azevém	2,00 eC	4,60 dB	9,02 bA	1,79 bD
Az. + A. P.	5,77 dB	2,65 fC	7,41 dA	2,54 aD
Az. + A. P. + Cornichão	7,35 cC	7,71 aB	9,17 aA	1,46 dD
Az. + A. P. + Trevo Branco	8,42 bA	6,57 bB	4,84 fC	1,78 cD
Trigo + Cornichão	1,34 gC	1,60 gB	8,78 cA	0 fD
CV (%)	0			

*1º corte: 16 jul. 2023; 2º corte: 12 ago. 2023; 3º corte: 09 set. 2023; 4º corte: 11 out. 2023.

**Médias seguidas por letra minúscula na coluna indicam diferenças dos tratamentos em cada um dos cortes e médias seguidas por letra maiúscula na linha indicam diferenças do mesmo tratamento nos quatro cortes.

***Médias seguidas por mesma letra na linha e na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5%.

Fonte: Autores, 2023.

Por outro lado, o trigo, tanto em cultivo solteiro quanto em consórcio, teve os resultados mais baixos de produção de matéria seca no primeiro corte, o que está alinhado com os achados de Wesp *et al.* (2019), que relatam valores similares para a produção de trigo em cortes iniciais. No terceiro corte, tanto o trigo quanto o azevém em cultivo solteiro obtiveram as máximas produções de matéria seca, destacando-se com 7,36 t ha⁻¹ e 9,02 t ha⁻¹, respectivamente.

Os consórcios mostraram resultados promissores, especialmente o de Az. + A.P. + cornichão, que apresentou altas produções de matéria seca para o segundo e terceiros cortes. A coerência dos resultados é explicada pela perenidade de algumas espécies, como o cornichão e o trevo branco, que contribuem para o desenvolvimento gradual dos consórcios, conforme

observado por Fontanelli *et al.* (2012). No quarto corte, o trigo em solteiro e o consórcio de trigo + cornichão não apresentaram produção de matéria seca, devido ao não atingimento da altura mínima necessária para o corte. Para os demais tratamentos, houve uma queda significativa na produção de matéria seca, indicando o fim do ciclo de crescimento das forrageiras.

4 CONCLUSÃO

Observou-se que para a maioria das espécies, o terceiro corte registrou a maior produção de matéria verde e seca. Os consórcios, embora tenham mantido estabilidade na produção, não superaram as produções individuais das forrageiras. A menor produtividade do trevo branco e do cornichão nos consórcios foi atribuída à perenidade dessas espécies, que pode ter dificultado sua adaptação ao sistema de cultivo conjunto.

Portanto, a integração de espécies não resultou em aumento significativo na produção de biomassa vegetal em relação às forrageiras cultivadas individualmente, sugerindo que a consorciação não resultou em benefícios adicionais de rendimento neste contexto. No entanto, para uma compreensão mais abrangente e generalizável, recomenda-se a realização de estudos complementares, especialmente para explorar outros aspectos da interação entre as espécies e suas implicações no rendimento do sistema forrageiro.

REFERÊNCIAS

- BACK, P. I. K.; STEFFLER, A. D.; ROSA, C. P.; KUNZ, D. W.; SEHN, T. T.; GUERRA, D. Produção de massa verde e seca de duas cultivares de aveia preta na região do celeiro. **Salão do Conhecimento**, v. 4, n. 4, p. 1-5, 2018. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/9788>. Acesso em: 12 nov. 2023.
- CARVALHO, I. R. Caracterização de gramíneas forrageiras - Parte I. **elevagro**, 17 fev. 2022. Disponível em: <https://elevagro.com/blog/caracterizacao-de-gramineas-forrageiras-parte-i/#:~:text=Esp%C3%A9cie%20forrageira%20oriunda%20da%20%C3%81frica,e%20a%20incidência%20de%20doen%C3%A7as>. Acesso em: 15 fev. 2023.
- CASTRO, R. L.; CAIERÃO, E.; DEL DUCA, L. J. A.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; SILVA, M.; SCHEEREN, P. L.; GUARIENTI, E. M.; MIRANDA, M. Z.; EICHELBERGER, L.; KOPP, M. M.; NASCIMENTO JUNIOR, A. BRS Pastoreio: trigo duplo propósito. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2016. 1 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1039610>. Acesso em: 02 nov. 2023.
- FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. Forrageiras para Integração Lavoura–Pecuária na Região Sul-brasileira. 2. ed. Brasília: **Embrapa Trigo**, 2012. 542 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1010247/1/LV2012forrageirasparaintegracaoFontaneli.pdf>. Acesso em: 27 out. 2023.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; CASTRO, R. L.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; CAIERÃO, E.; BIAZUS, V.; ARAÚJO, E. M. Produção de alimentos no inverno para alimentação de vacas leiteiras. 162. ed. **Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola**, p. 22-36, 2018. Disponível em: [file:///D:/USER/Downloads/ID44325-2018v28n162p22PlantioDireto%20\(1\).pdf](file:///D:/USER/Downloads/ID44325-2018v28n162p22PlantioDireto%20(1).pdf). Acesso em: 02 abr. 2023.

LEUSIN-JÚNIOR, S.; FEIX, R. D.; BORGES, B. K.; PESSOA, M. L. Painel do Agronegócio do Rio Grande do Sul, 2022. Porto Alegre: **Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão (SPGG)**, 2023. 78 p. Disponível em: <https://dee.rs.gov.br/upload/arquivos/202209/01114158-painel-do-agronegocio-2022-2.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2023.

MAIXNER, A. R.; SILVA, G. M. A escolha de forrageiras para a produção de leite. *In*: CURSO DE PRODUÇÃO DE LEITE ORGÂNICO, Concórdia, 2015. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 39-55, 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1034007>. Acesso em: 12 mar. 2023.

MOREIRA, D. M.; MACHADO, J. M.; SILVEIRA, D. C.; HECK, M.; FERRARI, M.; MURARO, R. S.; ARALDI, D. F.; FERREIRA, A. P. A.; FIM, A.; DURIGON, A. P. Importância do uso de gramíneas e leguminosa forrageiras: revisão bibliográfica. **XXIII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 23 a 25 out. 2018. 7 p. Disponível em: [https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2018/XXIII%20SEMINARIO%20INTERINSTITUCIONAL/Ciencias%20Exatas,%20Agrarias%20e%20Engenharias/Mostra%20de%20Iniciacao%20Cientifica%20-%20TRABALHO%20COMPLETO/IMPORT%C3%82NCIA%20DO%20USO%20DE%20GRAMINEAS%20E%20LEGUMINOSA%20FORRAGEIRAS%20REVIS%C3%83O%20BIBLIOGR%C3%81FICA%20\(7629\).pdf](https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2018/XXIII%20SEMINARIO%20INTERINSTITUCIONAL/Ciencias%20Exatas,%20Agrarias%20e%20Engenharias/Mostra%20de%20Iniciacao%20Cientifica%20-%20TRABALHO%20COMPLETO/IMPORT%C3%82NCIA%20DO%20USO%20DE%20GRAMINEAS%20E%20LEGUMINOSA%20FORRAGEIRAS%20REVIS%C3%83O%20BIBLIOGR%C3%81FICA%20(7629).pdf). Acesso em: 13 abr. 2023.

RODRIGUES, D. P. A.; SEVERO, J. O. F.; MACIEL, M. E. N.; DA ROSA, K. B.; ESCOBAR, R. F.; GONÇALVES, G. K.; FERMINO, F. S.; MENEZES, L. de M. Caracterização da produção leiteira de pequenas propriedades na Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. 1-9, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i15.37132>. Disponível em: <file:///D:/USER/Downloads/37132-Article-407841-1-10-20221113.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 376 p. Disponível em: [https://www.sbc-srs.org.br/docs/Manual de Calagem e Adubacao para os Estados do RS e de SC-2016.pdf](https://www.sbc-srs.org.br/docs/Manual%20de%20Calagem%20e%20Adubacao%20para%20os%20Estados%20do%20RS%20e%20de%20SC-2016.pdf). Acesso em: 17 mai. 2023.

VILELA, D.; FERREIRA, R. P.; FERNANDES, E. N.; JUNTOLLI, F. V. Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos. 1. ed. Brasília: **Embrapa**, 2016. 438 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164236/1/Pecuaria-de-leite-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2023.

WESP, C. L.; FLARESSO, J.; CASTRO, R. L. Massa de forragem obtida no primeiro corte em trigos duplo propósito avaliados no Meio-Oeste Catarinense. **Convibra**, 2019. 3 p. Disponível em: https://convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo18631_20200856.pdf. Acesso em: 13 nov. 2023.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CULTURA DO TRIGO EM SUCESSÃO AO CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA

Cristiano Avila da Rosa   

Faculdade Santo Ângelo – FASA, Brasil

Cíntia Maria Dudar   

Faculdade Santo Ângelo – FASA, Brasil

Maico Danúbio Duarte Abreu   

Faculdade Santo Ângelo – FASA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.683 

Resumo: O trigo (*Triticum aestivum*), é um importante cereal que diariamente faz parte da alimentação humana e animal, tornando-se, assim, uma cultura competitiva para as safras de inverno na região sulina do Brasil. No entanto, o custo de produção é um empecilho que influencia o seu cultivo. Partindo da hipótese de que, o uso de plantas de cobertura contribui para a produtividade da cultura sucessora, objetivou-se no presente estudo, avaliar alguns componentes de rendimento da cultura do trigo em sucessão ao cultivo de diferentes espécies de plantas de cobertura, tanto em solteiro como em consórcio. O experimento foi realizado no município de Santa Bárbara do Sul/RS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso (DBC), com 7 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram em: T1: Aveia preta (*Avena strigosa*) Embrapa 139; T2: Trigo mourisco (*Fogopyrum sculentum*) IPR 91; T3: Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) IPR 116; T4: Aveia preta + Nabo forrageiro; T5: Milheto (*Pennisetum glaucum*) BRS1501; T6: Aveia preta + Trigo mourisco; T7: Testemunha (Pousio). Conclui-se que, o consórcio de aveia preta com nabo forrageiro foi o que proporcionou maior produtividade em grãos para a cultura do trigo em sucessão.

Palavras-chave: Consórcio. Nabo Forrageiro. Produtividade.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma das mais importantes culturas para a região sulina do Brasil. Este cereal compreende a 30% da produção mundial de grãos, no qual, é empregado na alimentação humana e animal, além de diversos derivados não alimentícios (Pires, 2014). O cultivo do trigo nesta região, tem se mostrado bastante competitivo para a safra de inverno, estimulando a abertura de novas áreas. Ponderando a triticultura nacional, a produção brasileira para a safra 2023, foi de 10.817 milhões de toneladas por hectare (ha) sobre uma área com mais de 3.450 milhões de ha (CONAB, 2023).

Esses dados evidenciam, o quanto a cultura vem obtendo em inovações e melhoramento genético. No entanto, um grande empecilho que interfere para esta cultura, é o custo de produção elevado, liderado principalmente pelos custos com fertilizantes (Cunha; Caierão, 2022). Com isso, tem se buscado estratégias viáveis de se contornar essa problemática. Para tanto, a adubação verde conta com o cultivo de diversas espécies vegetais nos sistemas produtivos, possuindo a finalidade de incremento nos atributos químico, físico e biológicos do solo (Pereira, 2015). E, conseqüente, na produtividade da cultura em sucessão (Link, 2020).

A adubação verde, envolve o uso de espécies vegetais como plantas de cobertura (PC). O uso dessa prática, entre outras funções, possui a finalidade de cobrir o solo, integrando o manejo de rotação de culturas dentro dos sistemas conservacionistas (Carvalho *et al.*, 2022). Corroborando, para a proteção do solo contra fatores abióticos causadores de erosão, redução de plantas espontâneas, no aumento da matéria orgânica, além de promover a ciclagem de nutrientes e o equilíbrio da variação de temperatura do solo (Abranches *et al.*, 2021; Neto; Campos, 2017).

Ainda, com a degradação das raízes das PC, ocorre a formação de novos poros, que contribuem para a infiltração e retenção de água no solo (Panisson *et al.*, 2020). Diante do exposto,

o presente estudo teve como objetivo deste estudo é avaliar os componentes de rendimento da cultura do trigo em sucessão ao cultivo de diferentes espécies de plantas de cobertura, tanto em sistema solteiro como em consórcio, a fim de analisar o impacto dessas práticas no aumento da produtividade do trigo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido a campo, no município de Santa Barbara do Sul/RS. O clima é classificado pelo sistema internacional de Classificação de Köppen com Cfa, caracterizado com Subtropical Úmido com pluviosidade média anual de 1.551mm, de verão quente, com temperatura média de 22 °C. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Estrófico. No qual, foi avaliado a uma profundidade de 0,00 a 0,10m, antes da implantação do experimento, e apresentou os seguintes valores: pH (água) de 5,8; P e K (mg L^{-1}), >50 e 374 respectivamente; Ca, Mg, Al, e H +Al (Cmol L^{-1}), 8,8; 2,8; 0,0; 3,0 respectivamente; MO, Argila e SB (%), 4,6; 28 e 80,2 respectivamente, não havendo necessidade de correção e/ou adubação. O trabalho foi desenvolvido no período de abril a outubro de 2022.

2.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em Blocos ao Acaso (DBC), com 7 tratamentos e 3 repetições, as dimensões das parcelas foram de 88,8m². As plantas de cobertura foram semeadas em 15 de abril de 2022, considerando-se um espaçamento de 0,17 m entre linhas e profundidade de 0,02 m. Utilizou-se como tratamentos as seguintes espécies para cobertura: T1: Aveia Preta (*Avena strigosa*) Embrapa 139; T2: Trigo Mourisco (*Fogopyrum sculentum*) IPR 91; T3: Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus*) IPR 116; T4: Aveia Preta + Nabo forrageiro; T5: Milheto (*Pennisetum glaucum*) BRS1501; T6: Aveia Preta + Trigo Mourisco; T7: Testemunha (Pousio). Após 50 dias a emergências das PC, avaliou-se a produção de Matéria Verde (MV). Para amostragem, as plantas foram cortadas rente ao solo manualmente para posterior pesagem do material.

A dessecação das PC foi realizada, 56 dias após o plantio (DAP), com o uso dos herbicidas pertencentes aso seguintes ingredientes ativos, Dipromide e Cletodim, cujo as doses foram, respectivamente, 2 L ha⁻¹ e 0,5 L ha⁻¹.

2.2 Implantação da cultura do trigo

A semeadura do trigo foi realizada com espaçamento entre linhas de 0,17 m e profundidade de 0,02m. A cultivar de trigo utilizada foi o TBIO Astro, de estatura média e ciclo super precoce, com densidade de semeadura de 160 kg ha⁻¹. A adubação de plantio e cobertura foram realizadas

com base nas recomendações do SBCS (2016), seguindo das recomendações técnicas para a cultura, considerando-se uma produtividade de 3 t ha⁻¹. Para essa adubação, foi utilizado 200 kg ha⁻¹, do formulado na razão de 06-08-08 para Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), respectivamente.

A germinação e emergências das plântulas de trigo iniciaram 13 DAP. Antecedido por um grande volume pluviométrico. Dois dias após a emergência foi realizada a adubação de cobertura com 90 kg ha⁻¹ de N na forma de Ureia 46%.

Quanto ao manejo fitossanitário, esse ocorreu em três fases distintas no ciclo de desenvolvimento da cultura do trigo, a primeira em 8 de março de agosto de 2022 com a aplicação do fungicida misto, contendo os seguintes ingredientes ativo, Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina, na dose de 0,5 L ha⁻¹.

A segunda aplicação foi realizada 18 dias após a primeira, onde foi aplicado os fungicidas Maancozeb e Trifloxistrobina + Ciproconazol, na dosagem de 0,25 L ha⁻¹ e 3,0 kg ha⁻¹ respectivamente, além do adjuvante de óleo vegetal na dose de 1% do volume de calda. Para a terceira aplicação, ocorrida 36 dias após a primeira, foram utilizados os fungicidas mistos, cujos ingredientes ativos são: Meticonazol + Praclostrobina e Bta-ciflutrina + Imidacloprido, respectivamente nas doses de 0,5-0,75 L ha⁻¹ e 250-500 mL ha⁻¹, além do adjuvante de óleo vegetal na dose de 1% do volume de calda.

2.3 Desdobramento das Avaliações dos Componentes

O potencial de afilhamento foi avaliado 44 DAP, através da contagem do número de afilhos por planta em três plantas aleatórias por parcela, anteriormente a adubação nitrogenada. Avaliou-se, também, a estatura de plantas nos estágios de perfilhamento e ao final do ciclo da cultura.

A colheita foi realizada com 106 DAP, ao passo que, foram determinados os componentes de produtividade, no qual foram avaliados os seguintes quesitos: “Tamanho de espiga”, “número de espiga por metro quadrado (m²)”, “número de espiguetas por espiga” e “número de grãos por espiguetas”.

Essa última variável foi calculada através da média da contagem de grãos de três plantas, colhidas nas parcelas de fora aleatória. A produtividade do trigo por hectare foi avaliada através da colheita das espigas, assim como, a debulha dos grãos de forma manual e, posterior secagem a 50 0C por 120 minutos, pesagem para quantificar a massa de grãos obtida.

Para determinação do “número de espiguetas por espiga”, considerou-se a média da contagem das espiguetas de 5 plantas, colhidas aleatoriamente nas unidades experimentais. A estimativa de produtividade em kg há foi obtida através da equação 1:

$$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de espigas}}{\text{Espaçamento entre linhas (m)}} \times \frac{\text{N}^{\circ} \text{ grãos}}{10} \times \frac{\text{PMG (g)}}{100} \quad (1)$$

Onde: PMG: Peso de mil grãos.

Os dados foram submetidos a análise da variância (ANOVA) e, havendo significância, realizou-se análise complementar, utilizando o teste Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do *software* estatístico Rbio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisar a produção de biomassa vegetal formada pelas plantas de cobertura é um fator preponderante. Uma vez que, o seu processo de decomposição favorece o teor de matéria orgânica que, por conseguinte melhora a estrutura do solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes de culturas sucessoras (Panisson *et al.*, 2020). Dessa maneira, o nabo forrageiro se destacou entre as espécies de cobertura, com 18,7 mil kg⁻¹ de MV, não se diferindo estatisticamente o consórcio entre o mesmo com aveia preta (Tabela 1). Isso se dá pelo fato de que, essa crucífera, apresenta crescimento inicial vigoroso, onde, aos 60 dias após a emergência, promove 70% de cobertura do solo (Wolschick *et al.*, 2016).

Tabela 1 – Produção de Matéria Verde de parte aérea das plantas de cobertura.

Coberturas	Biomassa vegetal (kg h ⁻¹)
Aveia preta	5000 bc*
Trigo mourisco	4760 bc*
Nabo forrageiro	18700 a
Aveia P. + Nabo F.	13800 a
Milheto	7220 b
Aveia P. + Trigo M.	0 c
CV (%)	26,45

Fonte: Autores, 2022.

O milheto é uma cultura de verão, que possui exigência em temperaturas noturnas entre 15-28°C, apesar de ser considerada uma alternativa satisfatória de cobertura de solo no período de outono/inverno (Filho *et al.*, 2016). Em decorrência de sua adaptação ao clima tropical, não

houve produção de MV da espécie neste estudo, devido as temperaturas amenas da região prejudicarem o seu desenvolvimento.

Avaliando o perfilhamento das plantas de trigo, quando as mesmas foram cultivadas sobre residual do nabo forrageiro, apresentaram os maiores índices de afilhos (Tabela 2).

Tabela 2 – Potencial de afilhamento de plantas de trigo sob residual de diferentes espécies de cobertura.

Coberturas	Número de afilhos por plantas de trigo
Aveia P.	2,44 abc*
Trigo M.	3,11 ab
Nabo F.	3,66 a
Aveia P. + Nabo F.	3,11 ab
Milheto	1,44 c
Aveia P. + Trigo M.	2,77 abc
Pousio	1,77 bc
CV (%)	17,82

Fonte: Autores, 2022.

Para estatura de plantas de trigo, o cultivo das PC não influenciou significativamente em nenhum dos dois estágios fenológicos (Tabela 3). No entanto, o que se torna notório é a pequena diferença de estatura que foi alcançada pelo trigo, quando o mesmo foi cultivado sob a palhada do nabo forrageiro. Isso é um indicativo que esta espécie pode ser uma das melhores opções para rotação com o trigo, devido a sua grande capacidade de ciclagem de nutrientes (Pires, 2014). A decomposição da palhada do nabo fornece, em média, 63,5 kg ha⁻¹ de N; 4,5 kg ha⁻¹ de P; 78,5 kg ha⁻¹ de K; 35,5 kg ha⁻¹ de Ca e 26,3 kg ha⁻¹ de Mg (Carvalho *et al.*, 2022).

Tabela 3 – Estatura de plantas de trigo sob residual de diferentes coberturas vegetais.

Coberturas	Estatura de plantas de trigo	
	EP	ECFC
	----- cm -----	
Aveia P.	23 a**	61 ab
Trigo M.	26 a*	62 ab
Nabo F.	27 a	69 a
Aveia P. + Nabo F.	27 a	62 ab
Milheto	23 a	63 ab

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

Aveia P. + Trigo M.	**	7,44
Pousio	24 a	58 ab
CV (%)	**	7,44

Onde: EP: Estágio de Perfilhamento; ECFC: Estágio de Ciclo Final da Cultura.

Fonte: Autores, 2022.

Quanto ao “número de espigas por m²”, entre todos os tratamentos, os cultivos de PC não influenciaram significativamente (Figura 1). Resultados estes, que se afastam daqueles obtidos por Nunes (2011), onde o autor aponta que o número de grãos, como um todo na espiga, é maior quando a cultura do trigo é antecedida pelo cultivo de adubos verdes, independente da cobertura vegetal.

Determinando o número de espiguetas por m² em espigas de trigo. O nabo forrageiro, foi o que demonstrou maior influência sobre esta variável, seguido do consórcio de aveia preta + nabo forrageiro (Tabela 4). Conforme Link (2020), o número de espiguetas influencia diretamente no tamanho de espigas, bem como, o número de grãos por espiguetas.

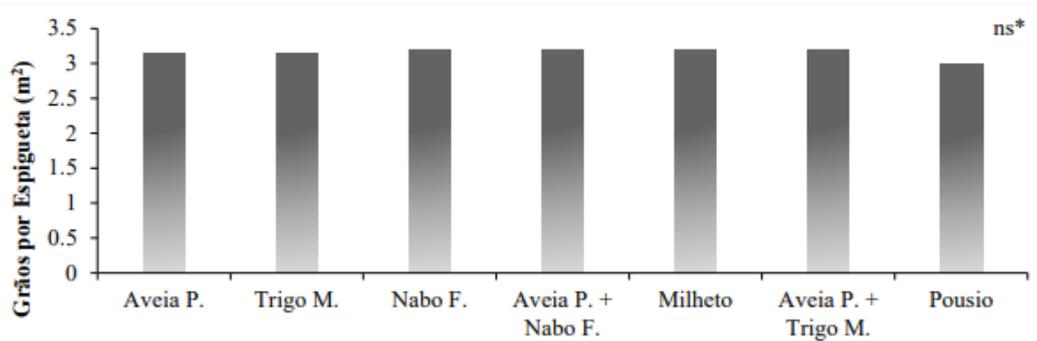
Tabela 4 – Número de espiguetas (m²) de plantas de trigo sob residual de plantas de cobertura.

Coberturas	Número de espiguetas por espiga (m ²)
Aveia preta	14,93 ab*
Trigo mourisco	14,4 ab
Nabo forrageiro	15,27 a
Aveia P. + Nabo F.	15,4 a
Milheto	13,53 b
Aveia P. + Trigo M.	14,06 ab
Pousio	13,33 b
CV (%)	4,16

*Médias seguidas por mesma letra não se diferem entre si pelo teste estatístico de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Autores, 2022.

O número de grãos por espiguetas das plantas de trigo, não se diferiram estatisticamente, a variação ocorrida entre os tratamentos foi de 0,5 a 3,5 grãos (Figura 1). Assim, os mesmos fatores que podem ter condicionado o número de espigas por (m²), influenciaram o número de espiguetas por metro quadrado.

Figura 1 – Número de grãos por espiguetas (m²) de plantas de trigo sob residual de diferentes plantas de cobertura.

*não significativo pelo teste estatístico de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Autores, 2022.

Para cálculos de produtividade da cultura do trigo, o consórcio de aveia preta + nabo forrageiro, foi a combinação de PC que trouxe maior rendimento ao trigo em sucessão, com 4.500 kg ha⁻¹ (Tabela 5). Seguido do nabo forrageiro em solteiro, com 4.253 kg ha⁻¹. A influência dessa espécie de cobertura, ultrapassa os resultados encontrados por Neto e Campos (2017), onde foram utilizados, entre outras espécies, o nabo forrageiro em solteiro, no qual obteve um rendimento de 3.624 kg ha⁻¹ de trigo em sucessão ao cultivo dessa crucífera.

Tabela 5 – Produtividade (kg há) do trigo sob residual de diferentes plantas de cobertura.

Coberturas	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Aveia preta	3620 abc*
Trigo Mourisco	3113 bc
Nabo forrageiro	4253 ab
Aveia P. + Nabo F.	4500 a
Milheto	3223 bc
Aveia P. + Trigo M.	3857 abc
Pousio	2980 c
CV (%)	12,14

Fonte: Autores, 2022.

4 CONCLUSÃO

Conforme todos os componentes de produtividade do trigo avaliados, o uso de nabo forrageiro antecedendo a cultura do trigo, contribui em um maior perfilhamento, maior estatura de planta, maior quantidade de espiguetas por metro quadrado de área cultivada. Além disso, a produtividade do trigo, estimada a partir de equação matemática, quando em consórcio com nabo forrageiro mais aveia preta, resultou com maior produtividade neste estudo.

REFERÊNCIAS

- ABRANCHES, M. O. *et al.* Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. **Research, Society and Development**, v. 10, n.7, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352499517_Contribuicao_da_adubacao_verde_nas_caracteristicas_quimicas_fisicas_e_biologicas_do_solo_e_sua_influencia_na_nutricao_de_hortaliças. Acesso em: 09 maio 2022.
- CARVALHO, M. L. *et al.* **Guia Prático de Plantas de Cobertura: Aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. 1.ed. Piracicaba: ESALQ-USP, 2022. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/Livro_Plantas_de_Cobertura_completo.pdf. Acesso em: 16 mai. 2022.
- CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/2023, n. 12. Décimo segundo levantamento, Set 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 12 Jan 2024.
- CUNHA, G. R.; CAIERÃO E. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale**. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, XV., 2023, Brasília, DF: Embrapa. 143 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1153536/1/InformacoesTecnicasTrigoTriticale-Safra2023.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- NETO, F. S.; CAMPOS, A. C. Plantas de cobertura antecedendo a cultura do trigo. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 4, p. 463-467, 2017. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/15748>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- FILHO, I. A. P. *et al.* **Cultivo do Milheto**. 5.ed. Sete Lagoas: Sistemas de Produção Embrapa, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/993985/1/Sistema-de-Producao-Cultivo-do-Milheto.pdf>. Acesso em: 17 out. 2022.
- LINK, L. **Plantas de cobertura de verão: crescimento e acúmulo de nutrientes, épocas de dessecação e produtividade do trigo**. Paraná: 2020. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agro ecossistemas) - Programa de Pós-Graduação em Agro ecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5013/1/plantascoberturaveraoprodutividadetrigo.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2022.
- NUNES, A. S. *et al.* Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. **Solos Nutrição de Plantas**, Bragantia, v. 70, n. 2, p. 432-438, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/vqzpBM6Y9v35Y4LNVxLDbXK/?format=pdf>. Acesso em: 27 ago. 2022.
- PANISSON, F. T. *et al.* Potencial de produção de biomassa de forrageiras e adubos verdes anuais de inverno. **Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola**, v. 175, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218085/1/Artigo-Francine-RFontaneli-Plantio-Direto-1.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

PEREIRA, A. P. **Espécies vegetais potenciais para adubação verde**. 2015. 38 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Área de Concentração de Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/wp-content/uploads/2017/01/Alan-Pacifico-Pereira-ESPECIES-VEGETAIS-POTENCIAIS-PARA-ADUBACAO-VERDE.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2022.

PIRES, J. L. **Cultivo do trigo**: 2. ed. Embrapa Trigo. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1155370/cultivo-de-trigo>. Acesso em: 28 out. 2022.

WOLSCHICK, N. H. *et al.* Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 2, p. 134-143, 2016. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-de-ciencias-agroveterinarias/15-\(2016\)-2/cobertura-do-solo-producao-de-biomassa-e-acumulo-de-nutrientes-por-pla/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-de-ciencias-agroveterinarias/15-(2016)-2/cobertura-do-solo-producao-de-biomassa-e-acumulo-de-nutrientes-por-pla/). Acesso em: 15 mai. 2022.

CAPÍTULO 3

ESTRATÉGIAS DE TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO PARA HERBICIDA PÓS EMERGENTE NA CULTURA DA CEBOLA

Vitor Luiz Moreira   

Universidade Federal de Viçosa – UFV, Brasil

Antônio Alberto da Silva   

Universidade Federal de Viçosa – UFV, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.684 

Resumo: A competição da cebola com as plantas daninhas diminui a produtividade, afeta a qualidade e interfere no valor final do produto. O controle químico é uma alternativa no manejo e o herbicida Flumioxazin uma opção promissora. Objetivou-se avaliar o controle das plantas daninhas na cultura da cebola e o grau de injúrias na cultura com diferentes tecnologias de aplicação. Experimento conduzido em DBC, fatorial, sendo dois fatores: tipo de ponta e modo de aplicação. Foram duas aplicações, com doses de 20 e 50 mL ha⁻¹ de Flumyazin[®]. Foram avaliados o controle, o nível de injúrias a cultura, o peso médio de bulbos e produtividade comercial e total. O controle foi acima de 80% na maior parte. Nos tratamentos com gotas finas aos 7 e 14 dias o controle e as injúrias a cultura foram menores, mostrando que gotas finas com volumes de calda maiores intoxicam menos a cultura. A morfologia da cebola pode estar relacionada. Todos obtiveram bom índice de controle sem injúrias graves. As gotas finas tendem a controlar menos as plantas daninhas e intoxicam menos a cultura, e essas variáveis pouco influenciam nos parâmetros de produtividade, desde que utilizadas doses baixas e taxa de aplicação elevada.

Palavras-chave: Flumioxazin. Herbicida. Plantas daninhas. Tecnologia de aplicação.

1 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das principais culturas olerícolas produzidas no país e em Minas Gerais, no estado se produziu em 2022 cerca de 215.251 toneladas, com uma área plantada de 3.700 hectares (IBGE, 2022). Entretanto, a cultura apresenta baixo potencial de competição com as plantas daninhas por espaço, luz e nutrientes devido a seu pequeno porte, lento desenvolvimento inicial, folhas cilíndricas e eretas, tudo isso acarreta baixa capacidade de cobertura do solo, o que permite a germinação do mato durante quase todo o ciclo da cultura (Soares *et al.*, 2003). A competição da cultura com as plantas daninhas além de diminuir a produtividade também afeta a qualidade, o que interfere no valor final do produto (EPAGRI, 2013).

O controle químico é a alternativa de controle mais utilizada pelos produtores, devido a sua alta eficiência, menor custo, praticidade, menor dependência de condições climáticas, além de menor dano ao sistema radicular da cultura (Durigan *et al.*, 2005). Existem vários fatores que influenciam no sucesso da aplicação dos herbicidas, dentre eles estão a escolha das pontas de pulverização, o ajuste da taxa de aplicação, clima, momento da aplicação e parâmetros operacionais. Assim, volumes de aplicação e tamanho de gotas variados afetam a quantidade, distribuição e penetração do produto aplicado no alvo (Farinha *et al.*, 2009).

Todos os aspectos de um pulverizador são importantes, porém as pontas de pulverização são as mais relevantes, pois são elas que determinam a vazão, a uniformidade de aplicação e distribuição do produto sobre o alvo, pela formação das gotas que devem ter diâmetro de acordo com a finalidade da aplicação (Gandolfo *et al.*, 2013). Entretanto, apesar da grande utilização do controle químico de plantas daninhas na cebola, ainda há a necessidade de aprimoramento, principalmente em relação a tecnologia de aplicação. Uma alternativa tem sido aplicar o volume de

calda dividido em duas vezes na mesma área, realizando metade da dose e vazão em cada aplicação, isso otimiza o operacional e ajuda no alcance de volumes de calda maiores como é requerido.

Em grandes cultivos de cebola em semeadura direta faz-se necessário o uso de tecnologias eficientes no controle das plantas daninhas, com menor dano possível a cultura. Contudo, nos estádios iniciais há poucos princípios ativos de herbicidas que sejam seletivos a cultura, deixando a cebola por maior período em competição. Na semeadura direta, 21 dias é o limite para convivência das plantas daninhas com a cultura sem perda de produtividade (Qasem, 2006). Entretanto, a cebola pode precisar de mais de 28 dias para atingir quatro folhas, que é o período de menor crescimento e mais crítico de interferência, a partir de onde é mais segura a aplicação de Flumioxazin, o qual se mostra uma boa alternativa (Oliveira-Júnior *et al.*, 1997).

O controle de plantas daninhas eudicotiledôneas apresenta maior dificuldade devido a sensibilidade da cebola a estes herbicidas (Ferreira; Durigan; Churata-Masca, 1999). O herbicida Flumioxazin age na inibição da enzima PPO (protoporfirinogênio oxidase), com acúmulo de protoporfirina IX, o que leva a peroxidação dos lipídeos, ruptura da célula e, com isso, impossibilita a fotossíntese (Tripathy *et al.*, 2007). A formação de clorofila e citocromos através de reações com magnésio e ferro é então afetada pelo acúmulo da protoporfirina IX, que é um composto fotodinâmico (Lehnen-Júnior *et al.*, 1990) (Vidal; Merotto-Júnior, 2001).

Dessa forma, espera-se que a aplicação do herbicida Flumioxazin, precocemente, aliado a estratégias de tecnologia de aplicação consiga um controle satisfatório com o menor nível de injúrias a cultura possível. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar o controle das plantas daninhas na cultura da cebola e o grau de injúrias ocorrido na cultura com diferentes tecnologias de aplicação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Rio Paranaíba - MG, no Instituto de Pesquisa Agrícola do Cerrado, situado na latitude 19° 10' 36,75" S e longitude 46° 06' 35,59", na altitude de 1058 metros. A classificação do clima é *Aw* (Reboita *et al.*, 2015), temperatura média de 20,6 °C e pluviosidade média anual de 1535 mm. A espécie utilizada foi a cebola (*A. cepa*), variedade Aquarius. Foi adotado 3 linhas duplas no canteiro, com população final estimada em 700.000 plantas por hectare. Delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada parcela composta por 3 linhas duplas de 8 metros no canteiro. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 2 + 2 testemunhas, sendo o primeiro fator o tipo de ponta de pulverização (gota fina ou média) e o segundo o modo de aplicação (ida ou ida e volta).

O experimento foi conduzido de 31/01/2022 até 27/05/2022, a condução nesse período se justifica devido ao alto índice de chuvas e a elevada pressão de plantas daninhas na área. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal pressurizado a CO₂ com pressão constante, equipado com barra de pulverização posicionada a 0,5 m de altura das plantas e munida de quatro pontas de pulverização, com espaçamento de 0,5 m entre bicos. O volume de calda foi de 300 L ha⁻¹. Foram utilizados pontas de pulverização do tipo leque, com gotas finas (ponta 110.02, pressão de trabalho 4,1 bar) e gotas médias (110.025, pressão de trabalho 2 bar).

As aplicações ocorreram quando as plantas estavam com uma folha verdadeira (20 DAP) e com três folhas verdadeiras (35 DAP). O produto comercial utilizado foi o Flumyazin 500[®] (Flumioxazin), misturado apenas com água na calda de pulverização (dose de 20 e 50 mL ha⁻¹ na folha 1 e 3 respectivamente). Também havia uma testemunha não capinada, a qual foi utilizada para se mensurar a pressão de plantas infestantes na área, esses dados foram convertidos para plantas por m². Também havia uma testemunha capinada manualmente, a fim de poder estimar qual seria a produtividade potencial, sem injúrias causadas por herbicidas ou competição com plantas daninhas. Os tratamentos avaliados estão descritos na tabela a seguir:

Tabela 1 - Tratamentos avaliados na cultura.

Volume de calda (L ha ⁻¹)	Tratamentos	Tamanho de gotas	Modo de aplicação	Dose 1 ^a folha (mL ha ⁻¹)	Dose 3 ^a folha (mL ha ⁻¹)
300	1	Gotas finas	Ida	20	50
	2	Gotas finas	Ida e volta (150 cada)	20	50
	3	Gotas médias	Ida	20	50
	4	Gotas médias	Ida e volta (150 cada)	20	50
Testemunha capinada	5	-	-	-	-
Testemunha não capinada	6	-	-	-	-

Nota: dose de 20 mL ha⁻¹ e 50 mL ha⁻¹ do produto comercial equivale respectivamente a 10 e 25 mL ha⁻¹ de Flumioxazin.

Fonte: Autores, 2022.

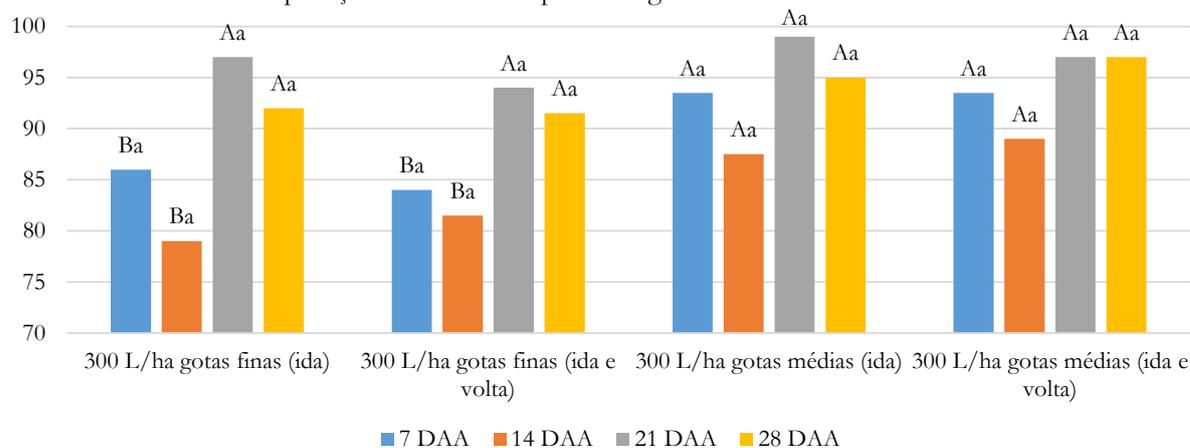
Nas aplicações, a modalidade de ida foi a aplicação normal, a modalidade de aplicação ida e volta seria dividir a vazão e dose e aplicar duas vezes no mesmo local, totalizando a vazão e dose descritas, isso foi feito para simular uma prática comum entre os produtores de cebola da região do Alto Paranaíba – MG, para otimizar o operacional. As avaliações foram: controle de plantas daninhas e injúrias na cultura aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, de acordo com a escala da Sociedade Brasileira de Plantas Daninhas (SBCPD, 1995); classificação comercial dos bulbos, peso médio de bulbos e produtividade comercial (bulbos caixa 2, 3 e 4) e total. Classificação

dos bulbos de acordo com a escala: 1 (<35 mm); 2 (35 = F <50 mm); 3 e 4 (50 = F <90 mm); 5 (>90 mm); descarte. Por fim, os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey com 5% de significância, com auxílio do software Speed-Stat-2.7 (Carvalho, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na pressão de plantas daninhas na área, destacava-se o *Amaranthus* ssp. com 33,16%, *Eleusine indica* (L.) Gaertn. com 44,4% e *Galinsoga parviflora* Cav. com 16,71% do total de infestação, o que correspondia a 51,4; 44,4 e 25,9 plantas daninhas por m², respectivamente. Todas plantas daninhas de difícil controle em áreas de cultivo com hortaliças e que possuem bom controle com a aplicação de Flumioxazin quando em estádios mais jovens. Em um trabalho de Pereira; Carmona (2000), obtiveram controle de plantas daninhas na soja entre 80 a 92% com Flumioxazin.

Figura 1 - Controle geral das plantas daninhas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) em função da aplicação de herbicidas pós-emergentes na cultura da cebola.



Nota: escala: 100: controle total e 0 sem controle. Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas para tipo de gota e minúsculas para modo de aplicação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autores, 2022.

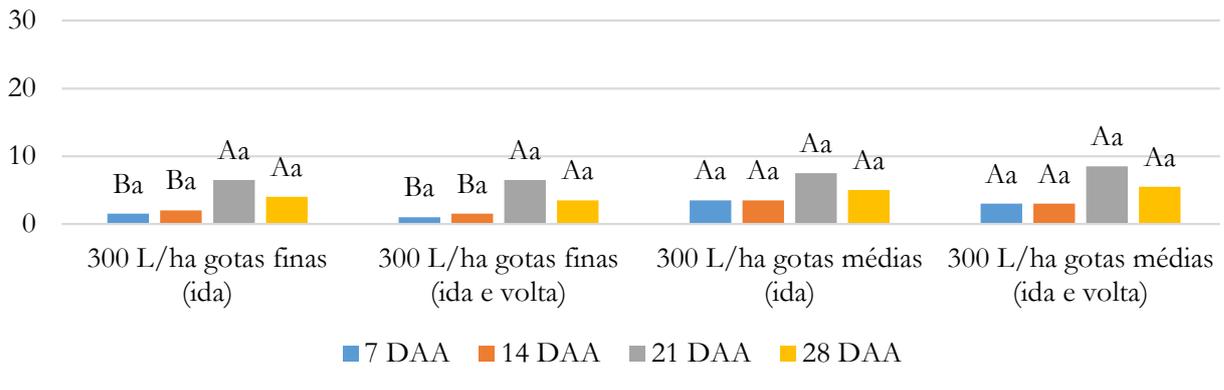
De forma geral, o controle de plantas daninhas foi efetivo, com índices acima de 80% na grande maioria dos casos, porém, quando utilizado pontas com gotas finas o controle foi inferior, nas duas primeiras avaliações com 7 e 14 DAA. No caso da aplicação de Flumioxazin em cebola, por ser um produto com potencial de causar grandes injúrias a cultura quando aplicado em volumes de calda baixos. O ideal é que se aumente o volume de calda e se consiga gotas menores e com menor deriva, o que pode diminuir o potencial de controle, mas também diminui o risco de injúrias graves a cultura. Barbosa (2021) observou grande fitotoxidez a cultura do alho quando aplicado o Flumioxazin (10 e 15 g i.a. ha⁻¹) com vazão de 200 L ha⁻¹ com gotas finas quando a cultura estava

com 2 e 4 folhas. É importante destacar que esses danos a cultura são explicados também pelo mecanismo de ação do herbicida.

Nas pontas com gotas finas com 7 e 14 DAA o controle e o nível de injúrias foi menor (Figura 2), isso mostra que gotas finas com volumes de calda maiores tendem a intoxicar menos as plantas de cebola, porém, apresentam controle de plantas daninhas inferior. Isso pode ser explicado pela menor deposição de gotas na parte aérea das plantas pelo menor tamanho das gotas. De acordo com Soares *et al.* (2003), a própria morfologia da cebola pode estar relacionada com a taxa de deposição das gotas, como folhas eretas, cilíndricas e de porte relativamente baixo.

Essas características influenciam na baixa taxa de recuperação da calda aplicada, e com isso, também prejudicam a cobertura foliar da aplicação (Oliveira-Neto *et al.*, 2018). O aumento do volume de calda e a manutenção dos valores de deposição podem estar correlacionados com o diâmetro das gotas que são geradas na aplicação do herbicida, visto que, quanto maior é a vazão da ponta e maior é a taxa de aplicação, maior será o diâmetro mediano volumétrico (DMV) das gotas. A relação entre a cobertura e o DMV é inversa, ou seja, quanto menor a cobertura da aplicação realizada maior será o DMV (Creech *et al.*, 2015).

Figura 2 - Seletividade (injúria) às plantas de cebola aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação em função da aplicação de herbicidas pós-emergentes na cultura da cebola.



Nota: escala: 100: morte total e 0 sem injúrias. Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas para tipo de gota e minúsculas para modo de aplicação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autores, 2022.

O uso de Flumioxazin tem mostrado grande potencial de uso na cultura da cebola, mesmo com risco de causar efeitos fitotóxicos elevados, principalmente em estádios mais iniciais da cultura. Uma alternativa a esse problema é a aplicação de doses menores e sequenciais, o que proporciona maior segurança e menor risco de danos severos, e ainda, grande potencial de eficácia de controle. Com isso, o efeito fitotóxico é reduzido e a cultura consegue se desenvolver e passar pelo maior período de interferência das plantas daninhas livre de competição (Loken; Hatterman-Valenti, 2010). Pode-se observar que o nível de injúrias foi menor aos 7 e 14 dias após a aplicação, período

que havia sido realizada apenas a primeira aplicação, com 20 mL ha⁻¹, quando se aplicou a segunda, com 50 mL ha⁻¹, as injúrias aumentaram, principalmente quando se utilizava gotas médias. Com isso, se nota a importância de usar gotas mais finas nesse tipo de aplicação nessa cultura. Após a segunda aplicação o índice de controle também foi maior, acima de 90% em todos os tratamentos.

Uma forma de induzir a resistência da planta de cebola seria a menor absorção do herbicida com aumento da lâmina de água, após a aplicação do mesmo. Alguns herbicidas tem sua eficácia reduzida em função do tempo e quantidade de chuvas ocorridas após a aplicação, mas isso pode diminuir também a fitotoxicidade à cultura (Souza *et al.*, 2014). O uso de volumes de calda maiores pode diminuir a fitotoxicidade à cultura, pois isso pode “lavar” o herbicida da planta, e evita que a gota com o ativo fique muito concentrada quando se deposita em alguma parte da planta por exemplo.

Não houve diferença estatística na classificação comercial dos bulbos, assim como não houve diferença no peso médio dos bulbos (Tabela 2), muito devido a pequena diferença de controle entre os tratamentos. As diferenças foram sutis, e não se esperava resultados diferentes. Os fatores mais importantes que devem ser levados em consideração devem ser a dose e a taxa de aplicação, com isso, evita-se injúrias graves a cultura, o que garante menor estresse e uma melhor produtividade aliada também a uma alta qualidade do produto final. Oliveira *et al.* (2018) observaram redução do diâmetro do bulbo quando aplicaram doses crescentes de Flumioxazin nos estádios de chicote, folha 1 e 2, o que não foi constatado quando aplicaram nas folhas 3 e 4.

Tabela 2 – Peso médio de bulbos, produtividade total e comercial em função da aplicação de herbicidas pós-emergentes na cultura da cebola.

Tipo de gota	Peso médio de bulbos (g)				Produtividade comercial (t ha ⁻¹)				Produtividade total (t ha ⁻¹)			
	Ida		Ida e volta		Ida		Ida e volta		Ida		Ida e volta	
Fina	98,50	Aa	91,02	Aa	77,31	Aa	81,00	Aa	78,44	Aa	83,00	Aa
Média	91,71	Aa	92,01	Aa	69,69	Ab	82,06	Aa	71,50	Ab	83,81	Aa
Test (capinada)	96,83				82,56				83,69			
Test (não capinada)	0,0				0,0				0,0			
Média geral	94,02				78,53				80,09			
Tipo de ponta	0,405 ns				0,409 ns				0,43 ns			
Modo aplicação	0,307 ns				0,058 *				0,044 *			
Interação	0,269 ns				0,279 ns				0,322 ns			
Tratamentos	0,434 ns				0,167 ns				0,161 ns			
CV(%)	7,15				9,76				9,37			

Nota: **, *, 0 e ns – significativo a 1, 5, 10 ou não significativo o efeito de tratamento pelo teste F, respectivamente. /¹ Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas para tipo de ponta e minúsculas para modo de aplicação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autores, 2022.

Para que se possa alcançar altas produtividades é essencial realizar um bom controle do mato, sabe-se que em cultivos com grandes infestações de plantas daninhas pode ocorrer perda de até 100% de bulbos comerciais e/ou conseqüentemente da produção (Simon *et al.*, 2012), como aconteceu com a testemunha desse experimento, com a alta infestação e competição do mato, essas parcelas sequer produziram. Não houve redução significativa de peso médio de bulbos nos tratamentos, esse resultado difere do encontrado por Oliveira *et al.* (2018), onde testaram aplicações em fases iniciais da cultura, no chicote, folha 1, 2, 3 e 4 e encontraram redução de peso médio nas aplicações nos estádios de chicote, folha 1 e 2. O que pode ser explicado pelo menor índice de cerosidade nas folhas e menor resistência das plantas ao herbicida em estádios jovens.

Norsworthy *et al.* (2007) testaram a dose de 56 g ha⁻¹ de Flumioxazin entre a segunda e terceira folha da cebola em semeadura direta e observaram intoxicação das plantas de 10% e cerca de 20% de redução na altura, porém, estes danos não influenciaram negativamente a produtividade. Herrmann *et al.* (2017) notaram uma intoxicação de 20%, que foi reversível, sem danos a produtividade final e com eficácia de controle de até 100% das plantas daninhas. Foi utilizado doses baixas de Flumioxazin de 36 até 72 g ha⁻¹, quando a cultura estava com duas a quatro folhas. Esses dados corroboram com os alcançados nesse estudo, onde apenas o modo de aplicação influenciou negativamente a produção comercial e total, os outros fatores isolados ou em conjunto não exerceram influência sobre a produtividade. Essa diferença pode estar relacionada a outros fatores, visto que a diferença de controle e nível de injúrias foi pequena e não justificaria tal resultado.

4 CONCLUSÃO

Pontas de pulverização que proporcionam gotas mais finas tendem a intoxicar menos as plantas de cebola desde que se utilize volumes de calda maiores e doses menores e sequenciais de Flumioxazin. Porém, o controle tende a ser menor nesse tipo de estratégia de aplicação. Os parâmetros de produtividade dificilmente são alterados nessas condições, pois o controle de plantas daninhas é satisfatório, desde que a planta de cebola não sofra um alto grau de injúrias. O peso médio de bulbos e a classificação comercial também não foi afetada. Outros trabalhos devem ser realizados para consolidar esses resultados.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. R. **Prospecção de herbicidas em pós-emergência na cultura do alho** (*Allium sativum* L.). 32 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Rio Paranaíba-MG, 2021.

CARVALHO, A. M. X. DE *et al.* SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 3, p. e327420312, 2020.

CREECH, C. F. *et al.* Influence of herbicide active ingredient, nozzle type, orifice size, spray pressure, and carrier volume rate on spray droplet size characteristics. **Weed technology**, v. 29, n. 2, p. 298-310, 2015.

DURIGAN, J.C.; SILVA, M. R. M.; AZANIA, A. A. P. M. Eficácia e seletividade do herbicida flumioxazin aplicado em pré-emergência na cultura transplantada da cebola. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.4, n.3, p.11-17, 2005.

EPAGRI. **Sistemas de produção para a cebola: Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2013. 106p.

FARINHA, J. V. *et al.* Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1738-1744, 2009.

FERREIRA, L. R.; DURIGAN, J. C.; CHURATA-MASCA, M. G. C. Seletividade de herbicidas para cebola em semeadura direta. **Planta Daninha**, v.17, n.1, p.53-62, 1999.

GANDOLFO, M. A. *et al.* Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 474-480, 2013.

HERRMANN, C. M. *et al.* Postemergence weed control in onion with bentazon, flumioxazin, and oxyfluorfen. **Weed Technology**, v. 31, n. 2, p. 279-290, 2017.

IBGE. **Produção agrícola – Produção de cebola**. Minas Gerais, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cebola/mg>. Acesso em: 08/03/2024.

LEHNEN JR, L. P. *et al.* Tissue and cellular localization of acifluorfen-induced porphyrins in cucumber cotyledons. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 3, p. 239-248, 1990.

LOKEN, J. R.; HATTERMAN-VALENTI, H. M. Multiple applications of reduced-rate herbicides for weed control in onion. **Weed Technology**, v.24, n.2, p.153-159, 2010.

NORSWORTHY, J. K.; SMITH, J. P.; MEISTER, C. Tolerance of direct-seeded green onions to herbicides applied before or after crop emergence. **Weed Technology**, v. 21, n. 1, p. 119-123, 2007.

OLIVEIRA, M. G. *et al.* Tolerância da cebola implantada por semeadura direta ao flumioxazin aplicado em pós-emergência inicial. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, p. 585-1-8, 2018.

OLIVEIRA-JÚNIOR, R. S. *et al.* Sensibilidade de cultivares de cebola (*Allium cepa* L.) implantados por semeadura direta ao oxyfluorfen aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento da planta. **Ceres**, v. 44, n. 251, p. 1-16, 1997.

OLIVEIRA-NETO, A. M. *et al.* Eficiência e deposição de herbicidas na cebola em função do adjuvante e da taxa de aplicação. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 4, p. 604-1-7, 2018.

PEREIRA, R. C.; CARMONA, R. Eficácia do herbicida flumioxazin, isolado e em mistura com sulfosate, no manejo de plantas daninhas em plantio direto de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, n. 2, p. 113-118, 2000.

QASEM, J. R. Response of onion (*Allium cepa* L.) plants to fertilizers, weed competition duration, and planting times in the central Jordan Valley. **Weed Biology and Management**, v.6, n.4, p.212-220, 2006.

REBOITA, M. S. *et al.* Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 206-226, 2015.

SIMON, L. J.; MONT-GERARD, J.; SANDER, J. Effect of early season weed competition duration on onion yield. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 125, n. 1, p. 226-228, 2012.

SOARES, D. J. *et al.* Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura de cebola (*Allium cepa* L.) transplantada. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 387-396, 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: **SBCPD**, 1995. 42p.

SOUZA, G. S. F. *et al.* Action of rain on the efficiency of herbicides applied post-emergence in the control of *Senna obtusifolia*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 550-557, 2014.

TRIPATHY, B. C.; MOHAPATRA, A.; GUPTA, I. Impairment of the photosynthetic apparatus by oxidative stress induced by photosensitization reaction of protoporphyrin IX. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1767, n. 6, p. 860-868, 2007.

VIDAL, R.A.; MEROTTO-JÚNIOR, A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001. 152p.

CAPÍTULO 4

EFEITOS DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA MORFOLOGIA DA MANDIOCA

Thais de Lima Rodrigues   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Arthur Linhares Basilio   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Lorena Dias Romualdo   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Victória de Lima Santos   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

André Morais Moura   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

João Paulo de Farias Ramos   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.685 

Resumo: Objetivou-se avaliar as características morfométricas da parte aérea da mandioca em resposta a diferentes doses de adubação potássica. O estudo foi realizado entre dezembro de 2022 e abril de 2023, no Setor de Pequenos Ruminantes da UFRRJ. Utilizou no experimento um delineamento em blocos casualizados, com 18 unidades experimentais. Cada parcela experimental recebeu duas doses de potássio (KCl) e uma testemunha, 90 kg ha⁻¹ e 180 kg ha⁻¹, respectivamente, totalizando três tratamentos. O preparo do solo incluiu aração, gradagem e abertura de sulcos lineares. A produtividade e a qualidade da parte aérea da mandioca são influenciadas pelo teor de potássio no solo. Aplicou-se fósforo no plantio e nitrogênio após 20 dias. Após 120 dias, realizou-se a colheita e a amostragem para medição da altura, número de folhas e número de lóbulos por folha. As amostras foram secas em estufa e analisadas quanto à matéria seca e à proteína bruta. A eficiência da adubação potássica foi avaliada comparativamente, considerando a massa seca com e sem adubação. Os resultados, analisados estatisticamente, indicaram que doses mais altas de potássio promoveram o crescimento da planta e o rendimento forrageiro, sendo 180 kg ha⁻¹ a dose mais promissora para a mandioca em sistemas de produção para alimentação de ruminantes.

Palavras-chave: Agropecuária. Forrageira. *Manihot esculenta* Crantz. Potássio.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária (2023), com a economia nacional em crescimento, a agropecuária do Brasil teve alta de 15,1% em 2023, alcançando R\$ 677,6 bilhões. Esse avanço impulsionou o PIB brasileiro, que cresceu 2,9%, totalizando R\$ 10,9 trilhões. Além disso, o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA/IBGE) revelou que várias culturas registraram crescimento de produção no ano de 2023, com destaque para a soja (27,1%) e o milho (19,0%), alcançando produções recordes na série histórica.

Esse crescimento reflete a robustez do setor agrícola brasileiro e seu impacto positivo na economia nacional. Assim sendo, a busca por forrageiras mais sustentáveis, implica no melhoramento e desenvolvimento de cultivares mais produtivas e de melhor valor nutritivo que resultem em maior retorno por área. (Jank *et al.*, 2017). Um dos grandes desafios da produção animal no Brasil é buscar alternativas alimentares disponíveis de acordo com as características regionais, eficientes, de baixo custo, que atendam às necessidades dos animais e sejam ambientalmente corretas (Santos, 2018). Insumos alimentares não convencionais diminuem despesas com alimentação animal, desde que sua diversidade nutricional seja considerada, garantindo dieta equilibrada para atender demandas nutricionais dos animais sem causar distúrbios (Pinheiro, 2021). No Brasil, as pastagens, sobretudo, de gramíneas tropicais, constituem a principal fonte de alimento para os ruminantes (Fernandes, 2016).

O epicentro mais vibrante e crucial da cadeia produtiva de mandioca no Brasil é a região geoeconômica Centro-Sul (Almeida *et al.*, 2023). No Brasil, a produção anual de mandioca atinge 19 milhões de toneladas de raízes, classificando-a como a quarta cultura mais relevante, após cana-de-açúcar, soja e milho. A parte aérea da mandioca, incluindo caules verdes e folhas, é utilizada na

alimentação animal devido ao seu alto teor proteico (Aguiar *et al.*, 2020). a parte aérea pode ser considerada um volumoso relativamente rico em proteínas e com níveis apreciáveis de carboidratos não estruturais (Mendes, 2019). A silagem tem como função melhorar a alimentação dos animais, minimizando os efeitos de redução de peso e produção de leite dos animais em períodos desfavoráveis a produção (Fernandes, 2016).

O potássio é considerado o nutriente mais extraído pela mandioca (Silva, 2017). Na agricultura, a produtividade e qualidade da parte aérea da mandioca são fortemente afetadas pelo teor de potássio no solo, um elemento essencial para diversos processos metabólicos, síntese de proteínas, regulação osmótica e expansão celular, contribuindo para o equilíbrio hídrico das plantas (Costa, 2019).

A mandioca é uma planta considerada de utilização integral na alimentação de várias espécies animais (Fernandes, 2016). Compreender como essas doses influenciam tanto a morfologia quanto a produção de biomassa da parte aérea da mandioca é crucial não apenas para maximizar a produtividade agrícola, mas também para otimizar o aproveitamento dessa importante fonte de alimento para animais. Assim, objetivou-se avaliar as características morfométricas da parte aérea da mandioca em função de diferentes doses de adubação potássica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo transcorrido entre dezembro de 2022 e abril de 2023 no Setor de Pequenos Ruminantes do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), situado em Seropédica, município carioca localizado a 22°47'04" de latitude Sul e 43°40'50" de longitude Oeste, a uma altitude de 26 metros, iniciou a investigação dos efeitos da adubação potássica sobre as características morfométricas e a composição bromatológica da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Os aumentos na temperatura média global têm um impacto significativo no ciclo de desenvolvimento das culturas agrícolas. Esse aquecimento não apenas acelera o processo de crescimento das plantas, mas também resulta em uma diminuição no tempo disponível para o acúmulo de biomassa, conforme observado por Asseng em 2015. Esse encurtamento do ciclo de desenvolvimento pode ter várias implicações para a produtividade das culturas, incluindo potenciais reduções no rendimento final das colheitas.

Para investigar esses efeitos de maneira detalhada, foi realizado um delineamento experimental baseado em blocos casualizados completos (DBC). Este experimento foi organizado em um esquema fatorial de 3x2, o que significa que foram avaliadas três variáveis principais combinadas com duas subvariáveis, resultando em seis tratamentos distintos. Cada tratamento foi replicado seis vezes, e os experimentos foram distribuídos em três blocos distintos, totalizando

assim 18 unidades experimentais. Este arranjo permitiu uma análise robusta dos dados, facilitando a compreensão das interações entre os diferentes fatores estudados e seus efeitos sobre o desenvolvimento e a produtividade das culturas sob condições de aumento de temperatura. Cada parcela experimental, com extensão de 5 metros, foi submetida a duas doses de potássio (KCl) e uma testemunha (0; 90; e 180 kg ha⁻¹).

O preparo do solo envolveu procedimentos convencionais, tais como aração e gradagem, seguidos pela abertura de sulcos lineares com 10 cm de profundidade e 1 m de largura entre eles. As mudas de mandioca, da variedade BRS Kiriris, variedade resistente à seca e à podridão radicular (Silva *et al.*, 2016), foram provenientes de produtores rurais locais e inseridas nos sulcos previamente preparados. Foram utilizadas mudas de mandioca da variedade BRS Kiriris, advindas de produtores rurais de Seropédica, RJ, a partir da confecção de manivas com 1 m linear. As manivas foram plantadas em seis linhas com 1,0 x 0,90 m de espaçamento fixo entre elas, em sulcos de 10 cm de profundidade (Souza *et al.*, 2020).

A adubação da mandioca foi realizada conforme as recomendações da EMBRAPA, visando garantir o desenvolvimento adequado da cultura. No momento do plantio, aplicou-se 90 kg por hectare de fósforo, que é essencial para o crescimento inicial das raízes. Após 20 dias do plantio, foi feita uma complementação com 40 kg por hectare de nitrogênio, nutriente crucial para o desenvolvimento vegetativo da planta. A aplicação de potássio foi planejada de maneira a testar diferentes dosagens. O potássio, importante para a formação dos tubérculos e a resistência da planta a estresses ambientais, foi distribuído em duas dosagens distintas. Além disso, foi incluída uma parcela testemunha, onde o potássio não foi aplicado, para servir como controle e permitir a comparação dos resultados. As plantas de mandioca foram cultivadas exclusivamente com água proveniente das chuvas, sem a utilização de sistemas de irrigação artificial. Isso permitiu observar o desempenho da cultura em condições naturais de precipitação, o que pode ser especialmente relevante para regiões onde a irrigação não é viável ou disponível.

Ao término de 120 dias, procedeu-se à colheita das plantas e à amostragem para a mensuração da altura (utilizando uma fita métrica), do número de folhas e do número de lóbulos por folha. As amostras passaram pelo processo de secagem em estufa e, posteriormente, analisadas no que se refere à matéria seca e à proteína bruta. A avaliação da eficiência da adubação potássica pautou-se na análise comparativa da massa seca com e sem adubação, em relação à dose de KCl aplicada. Os dados obtidos passaram pela análise de variância e de regressão, utilizando-se o PROC GLM do SAS Versão 9.3 (Sas Institute Inc. Cary, CA, EUA), com um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são evidenciados os valores médios em relação à altura da planta, número de folhas e lóbulos em função da adubação potássica.

Tabela 1 - Valores médios para altura da planta, número de folhas e lóbulos em função da adubação potássica.

Parâmetros	Doses de K (kg ha ⁻¹)			EPM	Valor P	
	0	90	180		Linear	Quadrática
Altura da planta (cm)	114,16	117,50	139,50	15,20	0,0127	0,2413
Número de folhas	48,50	38,66	60,66	17,46	0,2491	0,0914
Número de lóbulos	7,16	6,88	7,33	0,55	0,6134	0,2178

$$1\hat{y} = 111,05 + 0,01408x \quad R^2 = 0,84.$$

Fonte: Autores, 2023.

A aplicação de uma dose mais elevada de adubação potássica resultou em um incremento de 18,16% na altura das plantas em comparação com o tratamento controle. Os dados indicam que, com doses de potássio de 0 kg ha⁻¹, a altura média das plantas é de 114,16 cm, aumentando para 127,33 cm com 90 kg ha⁻¹ de potássio e para 139,50 cm com 180 kg ha⁻¹ de potássio. Não houve efeito significativo das doses de potássio sobre o número de folhas e de lóbulos (P>0,05), embora apresentem médias adequadas para um desempenho satisfatório da cultura.

A média de lóbulos encontrados foi de 6 a 7, enquanto cada folha apresenta de três a nove lóbulos, conforme Gonçalves (2018). Com 0 kg ha⁻¹ de potássio, o número médio de folhas é de 48,50, diminuindo para 41,08 com 90 kg ha⁻¹ de potássio e aumentando para 60,66 com 180 kg ha⁻¹ de potássio. Quanto aos lóbulos, com 0 kg ha⁻¹, a média é de 38,66, aumentando para 40,83 com 90 kg ha⁻¹ e para 51,33 com 180 kg ha⁻¹.

Segundo Matos (2015), o número de folhas e lóbulos em uma planta desempenha papel fundamental na produtividade, na captação de energia solar, na regulação de temperatura e na sobrevivência em condições adversas. Portanto, alcançar médias adequadas de folhas e lóbulos pode ser crucial para melhorar o rendimento da cultura de mandioca.

4 CONCLUSÃO

A aplicação de adubação potássica tem um impacto positivo e significativo no crescimento da mandioca, evidenciado pelo aumento linear na altura das plantas. Este efeito benéfico continua a ser observado à medida que a dose de potássio aplicada é incrementada, atingindo sua máxima eficácia quando se aplica uma quantidade de 180 kg por hectare a cada ano.

Agradecimentos e financiamento

PROPPG – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da UFRRJ.

REFERÊNCIAS

AGROPECUÁRIA. **Crescimento da economia brasileira é impulsionado pela alta de 15% da agropecuária em 2023.** 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/crescimento-da-economia-brasileira-e-impulsionado-pela-alta-de-15-da-agropecuaria-em-2023>. Acesso em: abr. 2024.

JANK, L. *et al.* **Novas alternativas de cultivares de forrageiras e melhoramento para a sustentabilidade da pecuária.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168875/1/Novas-alternativas-de-cultivares-de-forrageira.pdf>. Acesso em: abr. 2024.

PINHEIRO, C. R.; GOMES, L. O.; KATZ, I. **Viabilidade econômica do sistema de produção de ovos convencionais em uma granja na cidade de Mococa/SP.** SINTAGRO, 2017. Disponível em: <http://www.sintagro.cps.sp.gov.br/2017/art/artigoindex.php>. Acesso em: 07 abr. 2020.

ALMEIDA, C. O. *et al.* **Ações de pesquisa e desenvolvimento com mandioca Campo avançado Centro-Sul.** Embrapa mandioca e fruticultura, 2023. 38p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1154761>. Acesso em: 07 abr. 2020.

AGUIAR, E. B. *et al.* **Boletim técnico: a poda da mandioca e seus diferentes usos.** Londrina: Editora Científica, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/29677/1/A%20poda%20da%20mandioca%20e%20seus%20diferentes.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

COSTA, W. R. S.; CARVALHO, P. H. M. S.; PINTO, P. A. C. Adubação potássica em cultivo protegido de pimentão sob sistema orgânico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 2, 2019.

SOUZA, L. D.; SILVA, A. F. **Sistema de Produção de Mandioca no Semiárido.** Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222379/1/Sistema-de-Producao-de-Mandioca-no-Semiariado.pdf>. Acesso em: abril de 2024.

GONÇALVES, Y. S. **Fontes e doses de potássio na produtividade e qualidade da mandioca de mesa.** Campos dos Goytacazes, RJ, 2018. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2018/05/ygor-dissertac%CC%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: abril de 2024.

MATOS, W. S. *et al.* **Efeito de doses de potássio na área foliar e características da folha de plantas de mandioca.** 2015. Disponível em: https://www.eventosolos.org.br/cbcs2015/anais/index_intf79e.html. Acesso em: abril de 2024.

SILVA, D. C. O. *et al.* Curvas de crescimento de plantas de mandioca submetidas a doses de potássio. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 2, p. 158-165, 2017.

- ASSENG, S. Rising temperatures reduce global wheat production. **Nature Climate Change**, v. 5, p. 143-147, 2015.
- PINHEIRO, L. S. *et al.* Enriquecimento proteico da palma forrageira com *saccharomyces cerevisiae* para alimentação de ruminantes. **Cadernos Macambira**, v. 3, n. 2, p. 17-18, 2018.
- SANTOS, M. A.; SANTOS, B. R. C. Silagem da palma forrageira consorciada com resíduos da mandioca e bagaço da cana-de-açúcar: Revisão. **Pubvet**, v. 12, p. 133, 2018.
- FERNANDES, G. F.; EVANGELISTA, A. F.; BORGES, L. S. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **Revista Eletrônica NutriTime**, v. 13, n. 3, p. 4652-4656, 2016.
- MENDES, R. B. **Composição bromatológica e parâmetros fermentativos da silagem de palma forrageira (*Opuntia* sp.), com farelo de trigo, ureia e aditivada com níveis de mandioca**. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia), 2019. Disponível: <http://ri.ufrb.edu.br/jspui/handle/123456789/2254>. Acesso em: 17 jun. 2023.
- FERNANDES, F. D. *et al.* Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, p. 1-12, 2016.
- SILVA, A. S.; PARIZOTTO, I.; ALMEIDA, C. Impacto social da introdução de variedade resistente à podridão radicular no Norte de Minas Gerais. **Cadernos de Agroecologia**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2016.

CAPÍTULO 5

CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADO SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO FOSFATADA

Ramón Yuri Ferreira Pereira   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Gonçalves Albino Daula   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Selma Maria Dias de Moraes Costa   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Daiany de Almeida Araujo   

Instituto Federal Goiano, Goiás, Brasil

Julian Junio de Jesús Lacerda   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Jenilton Gomes da Cunha   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Eduardo William de Araújo Costa   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Renato Oliveira de Sousa   

Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Maranhão, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.686 

Resumo: Os solos do Cerrado apresentam baixos teores de fósforo (P). Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das doses de adubação de superfosfato simples no cultivo de feijão-caupi. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas seguintes doses: 0, 222, 444, 666 e 888 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (SFS). A semeadura foi realizada em vaso utilizando quatro sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Guaribas. Avaliou-se à altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e clorofila a e b, aos 25, 32, 29 e 42 dias após a semeadura (DAS). As doses de SFS influenciaram significativamente na altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e índices de clorofila a. O diâmetro do caule apresentou resposta quadrática, sendo o maior valor (8,71 mm) foi observado na dose de 665 kg ha⁻¹. Por outro lado, comportamento quadrático foi observado para AP aos 39 DAS, NF 25 e 32 DAS, e clorofila a aos 25 DAS. A adubação com SFS promoveu incrementos no diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas e clorofila a do feijão-caupi, sobretudo com doses superiores a recomendada para DC.

Palavras-chave: Parâmetro biométrico. Parâmetro fisiológico. Superfosfato simples. *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma leguminosa de alto valor nutritivo, caracterizada pela sua adaptação a amplas condições edafoclimáticas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Gondwe *et al.*, 2019; Iita, 2024). O seu cultivo é realizado predominantemente sob o regime de sequeiro em solos de baixa a média fertilidade (Araújo *et al.*, 2017). O Brasil, é terceiro maior produtor mundial da cultura e a sua produção se concentra nas regiões Nordeste e Norte, com cerca de 1,2 milhão e 55, 8 mil hectares, respectivamente, onde é usado principalmente na alimentação humana (Silva, 2021).

A produção anualmente situa-se em torno de 482 mil toneladas, sendo Piauí, Ceará, Bahia e Maranhão, os maiores produtores nacionais, os quais também apresentam as maiores áreas plantadas (Oliveira *et al.*, 2018; Freire-Filho; Ribeiro, 2023). Apesar da importância da cultura no país, ainda apresenta baixa produtividade média do grão seco (489 kg ha⁻¹) (CONAB, 2023). Fatores nutricionais do solo pode ser um dos limitantes da produção da cultura, dado que os solos brasileiros, em sua maioria, são ácidos e deficientes em minerais, principalmente em fósforo, limitando, sobremaneira, a produtividade de grãos do feijão-caupi (Melo *et al.*, 2018).

Vários estudos demonstram que o fósforo é o principal nutriente limitante na produção da cultura na região Nordeste, apesar de esse elemento ser extraído pela cultura em quantidade bem menor que outros macronutrientes (Melo; Cardoso, 2017). Segundo Melo *et al.* (2018), têm sido constatadas respostas expressivas à adubação fosfatada nos mais diversos tipos de solos onde o caupi é cultivado. O fósforo é componente dos compostos ricos de energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), favorecendo a divisão e alongamento celular (Taiz *et al.*, 2017).

Desse modo, os fertilizantes à base de fósforo aumentam significativamente produtividade da cultura, e por esse motivo, o feijão-caupi, ganha destaque por ser bastante apreciado e de fácil cultivo desde o pequeno ao grande produtor. Entretanto, faz-se necessário a geração de informações técnicas para que o processo produtivo obtenha sucesso, e a definição de doses ideais para o crescimento e produção do feijão-caupi é uma delas. Nesse contexto, o estudo teve como objetivo avaliar os efeitos das doses de adubação de superfosfato simples no cultivo de feijão-caupi.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em município de Bom Jesus, Piauí (9° 04' S, 44° 21' W e 277 m de altitude), no período de maio a julho de 2023. De acordo com a classificação de Kopeen (1928), o clima da região é Aw, caracterizado como, tropical chuvoso com estação seca no inverno e temperatura média anual de 26,2 °C, e precipitação média anual varia de 900 a 1.200 mm ano⁻¹ (Holanda; Medeiros, 2019). O Solo predominante na região é classificado como Latossolo amarelo distrófico típico (Pragana *et al.*, 2016).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas seguintes doses: 0, 222, 444, 666 e 888 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (18% de P₂O₅, 16% de Ca e 12% de enxofre). As doses aplicadas corresponderam a 0, 50, 100, 150 e 200% da necessidade de adubação fosfatada, indicada pela análise de solo contida abaixo, tendo a dose de 444 kg ha⁻¹ (80 kg de P₂O₅) correspondente a 100% (Melo *et al.*, 2018).

O solo utilizado no experimento apresentava as seguintes características químicas e físicas na camada de 0-20 cm: pH (H₂O) = 5,03; MO = 11,60 g kg⁻¹; P = 9,0 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 1,42 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,35 cmol_c dm⁻³; K = 114 mg dm⁻³; H+Al = 0,76 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,00 cmol_c dm⁻³; CTC = 2,83 cmol_c dm⁻³; Saturação de bases (V%) = 73,2%; Saturação de alumínio (m%) = 0,00; areia = 839 g kg⁻¹; argila = 111 g kg⁻¹ e silte = 50 g kg⁻¹. Análises foram realizadas no Centro de Análise de Solos do CPCE da UFPI, Bom Jesus, Piauí. De acordo com análise química apresentada, não foi realizada correção do solo, segundo Melo *et al.* (2005) recomendam calagem para cultura de feijão-caupi, quando m% for igual ou maior do que 20%, e V% menor do que 50%.

A semeadura foi realizada em vaso no dia 29 de maio de 2023, utilizando quatro sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Guariba, em cada vaso. Para adubação do solo, foi considerado uma massa de solo de 11 kg por vaso, com cálculos considerando a massa de um solo na camada de 0-20 cm. A adubação de fundação foi realizada com base na análise de solo e consistiu na aplicação 55 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio (K₂O: 60%). Após 20 dias da semeadura foram

aplicados 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (N: 45%) em cobertura (Bastos *et al.*, 2011). A irrigação foi efetuada diariamente através de método de pesagem mantendo solo com umidade de 80% da capacidade de vaso.

Foram realizados tratamentos fitossanitários, com óleo vegetal de Neen (azadiractina 0,12% p/p) para controle de pulgão e larva minadora aplicando de acordo com a necessidade. O desbaste foi realizado aos 7 e 11 dias após a semeadura (DAS), deixando-se duas e uma planta (s) por vaso, respectivamente. Avaliou-se, semanalmente, a partir dos 25 DAS à altura de plantas (AP), utilizando régua milimetrada; diâmetro do caule (DC), mensurado a 2 cm da base do caule, empregando-se paquímetro digital (MPD-200-Metrotools capacidade de 200 mm e precisão de 0,01 mm). Realizou-se também a contagem do número de folhas (NF), índice de clorofila a, b (ClorA e b), na última folha completamente expandida, com uso do clorofilômetro ClorofiLOG CFL 1030. Efetuou-se avaliação dos parâmetros até 46 DAS, quando 80% das plantas estavam iniciando estágio reprodutivo.

Os dados obtidos foram verificados quanto aos pressupostos estatísticos e submetidos a análise de variância pelo teste F. As doses de superfosfato simples foram submetidas à análise de regressão polinomial, sendo todas as análises estatísticas realizadas no programa computacional InfoStat[®] versão 20151 (Di Rienzo *et al.*, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de superfosfato simples (SFS) promoveu o crescimento dos parâmetros biométricos do feijão-caupi, pois foi constatado efeito significativo ($p < 0,05$). As variáveis altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) registraram significância em todas as avaliações (Tabela 1). A variável número de folhas (NF) obteve efeito significativo apenas aos 25 e 32 DAS (Tabela 1). A clorofila a (ClorA) obteve significância apenas aos 25 DAS (Tabela 1). Já a clorofila b (ClorB), não obteve significância em nenhuma avaliação ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância de variáveis de feijão-caupi cultivado sob diferentes doses de superfosfato simples.

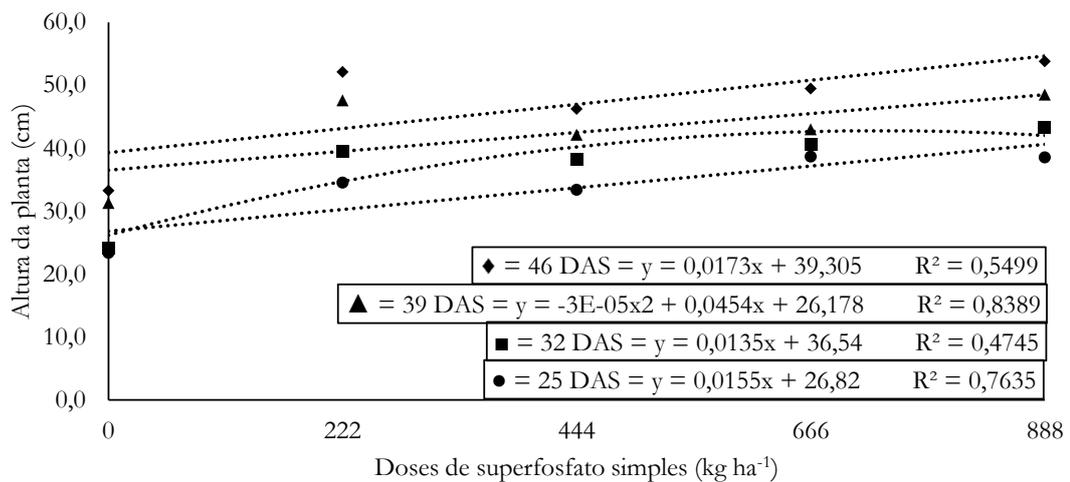
Fonte de variação	GL	25 DAS					32 DAS				
		AP	DC	NF	ClorA	ClorB	AP	DC	NF	ClorA	ClorB
Tratamento	4	155,68 *	8,1 *	6,75 *	26,71 *	44,92 ns	226,41 *	11,92 *	12,33 *	9 ns	24,21 ns
Resíduo	15	17,46	0,99	0,45	7,55	16,16	15,7	0,95	1,42	3,01	18,5
Total	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		12,39	20,62	15,78	7,85	23,31	10,66	15,54	16,65	5,03	21,96

Fonte de variação	GL	39 DAS					42 DAS				
		AP	DC	NF	ClorA	ClorB	AP	DC	NF	ClorA	ClorB
Tratamento	4	188,42 *	12,6 *	4,83 ns	16,56 ns	12,68 ns	268,48 *	14,28 *	20,13 ns	44,88 ns	93,84 ns
Resíduo	15	39,75	1,11	2,62	5,44	4,34	55,5	1,04	2,75	4,66	45,58
Total	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		14,83	15,07	22,01	7,74	15,7	15,27	13,93	15,43	5,55	26,99

DAS: dias após a semeadura. CV (%): coeficiente de variação. GL: grau de liberdade. AP: altura da planta (cm). NF: número de folhas. ClorA: clorofila A. ClorB: clorofila B.

Fonte: Autores, 2023.

A altura da planta (Figura 1) apresentou resposta linear aos 25, 32 e 46 DAS, com incremento de 0,0155, 0,0135 e 0,0173 cm, a cada kg de SFS aplicado. Por outro lado, comportamento quadrático foi observado aos 39 DAS, com respostas máximas de 43,35 cm, na dose de 756.67 kg ha⁻¹ de SFS.

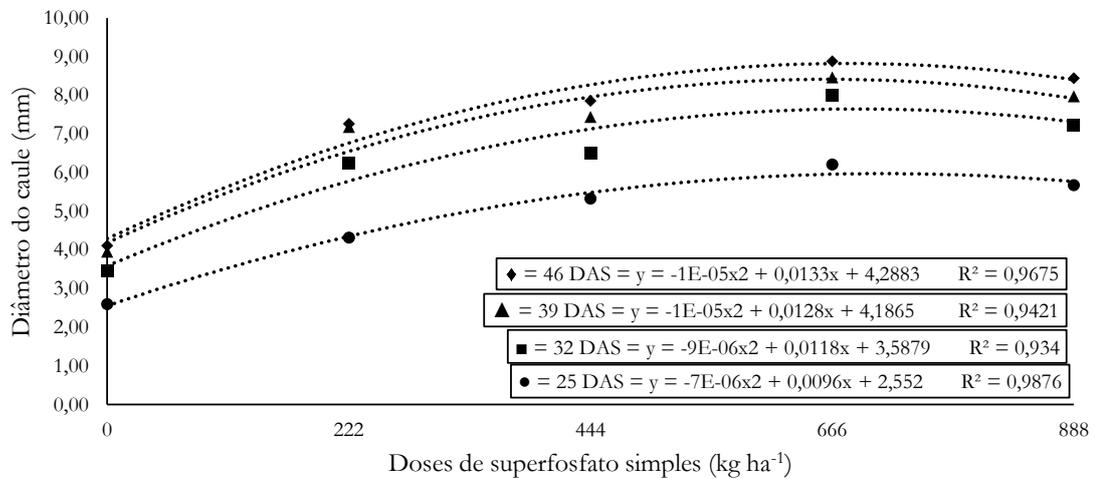
Figura 1 – Altura de plantas (cm) de feijão-caupi cultivadas sob diferentes doses de superfosfato simples.

Fonte: Autores, 2023.

Em relação ao diâmetro do caule (Figura 2), observou-se comportamento quadrático em todos os dias avaliativos, com respostas máximas de 5,84; 7,45; 8,28 e 8,71 mm, nas doses de 685,71; 655,55; 640 e 665 kg ha⁻¹ de SFS, respectivamente. Esse resultado mostra que à medida que a dose de SFS aumenta, o DC do feijão-caupi também aumenta até atingir o valor máximo. Após atingir

o valor máximo, houve decréscimo dos índices do DC, indicando uma redução do parâmetro biométrico. O maior valor de DC (8,71mm) foi observado na dose de 665 kg ha⁻¹.

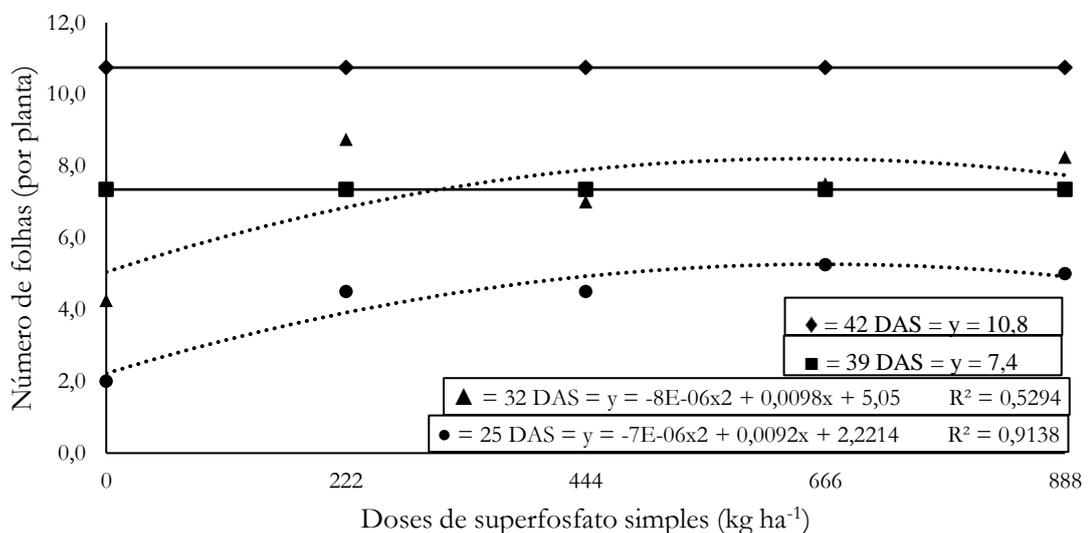
Figura 2 - Diâmetro do caule (mm) de plantas de feijão-caupi cultivadas sob diferentes doses de superfosfato simples.



Fonte: Autores, 2023.

Sobre o número de folhas (NF) (Figura 3), verificou-se significância apenas aos 25 e 32 DAS, apresentando-se comportamento quadrático, com respostas máximas de 5 e 8 de folhas nas doses de 657,14 e 612,5 kg ha⁻¹ de SFS, respectivamente. A posterior constata-se redução dos valores de NF com doses superiores da dose ótima. Resultado similar foi constatado na variável AP aos 39 DAS e DC em todos os dias avaliativos.

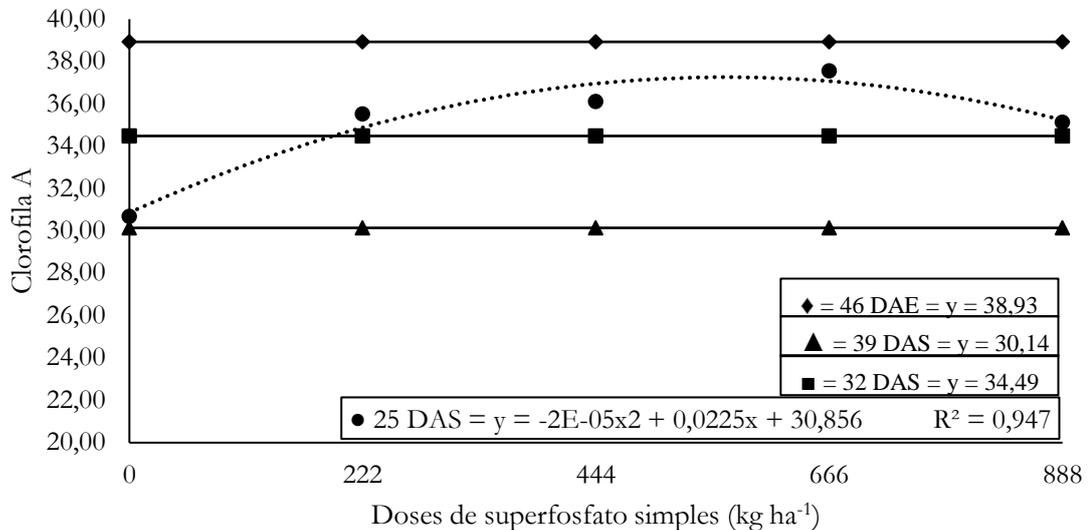
Figura 3 - Número de folhas (por planta) de feijão-caupi cultivado sob diferentes doses de superfosfato simples.



Fonte: Autores, 2023.

Para clorofila a (Figura 4), notou-se efeito significativo apenas aos 25 DAS, apresentando-se comportamento quadrático, com resposta máxima de 37,18 na dose de 562,5 kg ha⁻¹ de SFS. Houve o mesmo comportamento das demais variáveis, aumentando os teores de clorofila A com o aumento da dose de SFS até atingir o ponto de máximo, após isso, houve redução do mesmo.

Figura 4 - Clorofila a de plantas de feijão-caupi cultivado sob diferentes doses de superfosfato simples.



Fonte: Autores, 2023.

O aumento em diâmetro foi quadrático à aplicação de SS no solo, e observando os resultados para AP, aos 25, 32 e 46 DAS pode se inferir que as plantas tenderam a investir mais no crescimento primário. De fato, este crescimento é extremamente importante para evolução da cultura, porém, uma avaliação geral de todas as variáveis precisa ser feita para que as doses mais efetivas sejam determinadas.

Nesse sentido, pelas respostas quadráticas observadas para DC (Figura 2), pode-se inferir a possibilidade de que a Lei dos acréscimos decrescentes estava atuando, uma vez que adição de doses crescentes de SFS ao solo promoveu respostas cada vez menores, após atingir o valor ótimo. Apesar dos solos de Cerrado apresentarem alto grau de intemperismo e conseqüente um caráter drenado de P, altas doses são prejudiciais as plantas, se levar-se em consideração que aplicações excessivas podem levar a deficiência de micronutrientes como cobre, ferro, manganês e zinco (Malavolta, 2006).

Nesse segmento, observa-se que para DC, AP referente aos 39 DAS, NF aos 25 e 32 DAS e clorofila A aos 25 DAS, as doses responsáveis por promover as respostas máximas, são superiores a dose de SFS (444 kg ha⁻¹) recomendada para cultivo de feijão-caupi, em solos da região de Cerrado. De todo modo, a essencialidade do P fica ainda mais evidenciado quando comparamos

os valores médios observados para o tratamento sem aplicação de P (0 kg ha^{-1}).

Para Borges (2021), o suprimento com a fertilização fosfatada é crucial para garantir aumentos nos rendimentos de grão e a alta performance produtiva do feijão-caupi. De acordo com Taiz *et al.* (2017) as plantas com maior disponibilidade de P na fase inicial proporciona melhor potencial na produção de trifosfato de adenosina (ATP), pigmentos fotossintéticos (Clorofila a e b), metabolização de carboidratos para as fases de crescimento e desenvolvimento das partes reprodutivas.

4 CONCLUSÃO

O uso de superfosfato simples promoveu incrementos na altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e clorofila a do feijão-caupi. Além disso, doses de superfosfato simples abaixo da recomendada não foram eficientes no crescimento do diâmetro do caule do feijão-caupi.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S.; SANTOS, S. P.; ARAGÃO, W. F. L.; SILVA, D. K. J.; ROCHA, M. M. Selection of superior cowpea lines for multi-traits and adaptabilities to the Piauí semi-arid using genotype by yield trait biplot analysis. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, n.e011921 2021.
- BASTOS, E. A.; N, S. P.; SILVA, E. M.; FREIRE-FILHO, F. R.; GOMIDE, R. L. Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 100-107, 2011.
- BORGES, W. L.; FERREIRA, N. S.; RIOS, R. M.; RUMJANEK, N. G. Liming, fertilization, and rhizobia inoculation on cowpea yield in a Brazilian Amazon upland forest environment. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, n. e02191, 2021.
- CONAB -Companhia Brasileira de Abastecimento. **Quatro levantamento de safra 2022/2023**. Disponível em: Conab -Safra Brasileira de Grãos.
- DI RIENZO J. A.; CASANOVES F.; BALZARINI M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA M.; ROBLEDO C. W. **InfoStat versión**, 2020.
- FREIRE-FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.) **Feijão-caupi na Embrapa Meio-Norte:Melhoramento, culttivares lançadas, genealogias e base genética**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. 1041p.
- GONDWE, T. M.; ALAMU, E. O.; MDZINISO, P.; MAZIYA-DIXON, B. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) for food security: an evaluation of end-user traits of improved varieties in Swaziland. **Scientific Reports**, v. 9, n. 15991, 2019.
- HOLANDA, R. M, MEDEIROS, R. M. Classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite em Bom Jesus do Piauí, Brasil. **Revista Pantaneira**, v. 16, p. 57 - 68, 2019.

IITA. **International Institute of Tropical Agriculture - Cowpea**. 2024. Disponível em: <https://www.iita.org/cropsnew/cowpea/>. Acesso em: mar. 2024.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J. **Cultivo de feijão caupi: solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161212/1/SistemaProducaoCaupiCapituloSolosAdubacao.pdf>. Acesso em: março de 2024.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q. **Recomendação de adubação e calagem para o feijão-caupi na região Meio-Norte do Brasil**. Teresina-PI: Embrapa Meio-Norte, 2018. 8p. (Comunicado técnico, 249).

OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R.; SANTOS, H. R. B.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, H. H. F.; MELO, D. V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2592-2603, 2018.

PRAGANA, R. B.; SOUZA, V. S. D.; MOURA, R. D. S.; SOARES, J. M. Characterization of yellow Latosols (Oxisols) of Serra do Quilombo, in Piauí state Savanna Woodlands-Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 832-840, 2016.

SILVA, K.J.D. **Feijão caupi: estatística da produção**. 2021. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/575970/1/S466.pdf>. Acesso em: março de 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, IM; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

CAPÍTULO 6

EFEITOS DO ESTRESSE OSMÓTICO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby

José Lucas dos Santos Oliveira   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Senhor do Bonfim, Bahia, Brasil

Vitória Ferreira de Lucena   

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade, Patos, Paraíba, Brasil

Thais Fortunato Pereira da Silva   

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade, Patos, Paraíba, Brasil

Edevaldo da Silva   

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade, Patos, Paraíba, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.687 

Resumo: As condições do solo onde a vegetação se encontra influencia diretamente nos processos fisiológicos e biológicos das plantas, sendo, a salinização dos solos, um dos problemas relacionados à absorção de nutrientes e água pela planta, uma vez que o acúmulo progressivo de sais desencadeia uma série de complicações para a fauna do local. Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos provocados pelo estresse osmótico no desenvolvimento germinativo da pau-cigarra (*Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby). Para tanto, foram realizados experimentos laboratoriais, utilizando o KCl nas seguintes concentrações: 0,0 (controle); 20,0; 40,0; 60,0; 80,0; 160,0 e 240,0 mM). As variáveis respostas foram: comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas; Índice de Velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG). Os resultados sugerem que plântulas que crescem em solos salinos podem ter o crescimento da parte aérea e do sistema radical reduzido e, conseqüentemente diminuição da capacidade em absorver nutrientes e umidade do solo, prejudicando o seu crescimento e desenvolvimento.

Palavras-chave: Irrigação. pau-cigarra. Salinidade. Solo.

1 INTRODUÇÃO

As condições edafoclimáticas se constituem como fatores determinantes para a produção das culturas agrícolas, podendo interferir negativamente na produção, causando danos à planta (Aquino *et al.*, 2017), e conseqüentemente, comprometer o estabelecimento da cultura no solo. O processo de salinização do solo é considerado um dos principais problemas ambientais emergentes que tem causado a infertilidade de solos agrícolas. O solo se torna salino quando ocorre a acumulação de sais ao longo de tempo, desencadeando diversos problemas, principalmente nas regiões áridas e semiáridas (Oliveira *et al.*, 2017).

Na região semiárida do nordeste brasileiro os problemas com salinidade são frequentes, especialmente porque nessa região existe naturalmente elevada presença de sais na água que é comumente utilizada como fonte de irrigação e, essa realidade, tem incentivado a criação de novas tecnologias para minimizar os problemas derivados da salinidade na produção das culturas (Silva *et al.*, 2018). A concentração elevada de alguns sais como Ca^2 , Na, Mg^2 e Cl^- no ambiente pode exercer toxicidade às plantas, pois vai favorecer a diminuição de parâmetros essenciais ao desenvolvimento normal dos vegetais, como o potencial hídrico das plantas e osmótico do solo (Bezerra *et al.*, 2018), além de interferir na fisiologia da planta.

Dentre os processos fisiológicos que são afetados pela concentração salina do solo, está a diminuição da atividade estomática nas plantas, que tem objetivo de reduzir a perda de água, mas, acaba comprometendo processos como a fotossíntese e transpiração do vegetal (Oliveira *et al.*, 2017). Além disso, a salinidade pode interferir na nutrição vegetal (Souza *et al.*, 2018). A complicação na absorção de água e nutrientes provoca a redução do potencial hídrico do solo onde a planta está localizada, o que pode ocasionar no acúmulo progressivo de íons nos tecidos da planta (Melo *et al.*, 2022).

Na germinação das sementes, os fatores ambientais são essenciais na determinação da capacidade germinativa. A presença de sais durante a germinação das sementes pode comprometer a absorção de água pela semente e conseqüentemente causar toxicidade (José *et al.*, 2016). Conhecer a tolerância das espécies vegetais à presença de sais é essencial para definir o tipo de cultura que deve ser cultivada em determinado ambiente, especialmente em áreas salinas, bem como saber as técnicas de manejo e irrigação adequadas para cada ambiente evitando assim a intensificação da salinidade (Pereira *et al.*, 2017).

A *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby uma espécie de árvore tropical nativa da Mata Atlântica brasileira, tem despertado interesse em diversos estudos devido à sua relevância em programas de restauração florestal e à sua interação com o ambiente. Pesquisas indicam que ela é resistente a alguns contaminantes e tolerante à salinidade do solo (Duru *et al.*, 2015). Assim, esse estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do estresse salino no desenvolvimento inicial de paucigarra (*Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento experimental, foram utilizadas sementes de *S. multijuga*, adquiridas Instituto Agronômico (IAC), SP, o experimento foi realizado durante o primeiro semestre de 2017. Após a aquisição das sementes, foi realizado inicialmente um teste de germinação, seguido as determinações da Regra de Análises de Sementes (Brasil, 2009) com objetivo de avaliar a capacidade germinativa das sementes.

As sementes foram desinfetadas em hipoclorito de sódio (NaClO) a 1% por 10 minutos e, em seguida, lavadas três vezes em água destilada para iniciar o experimento com o sal. Para avaliar possível estresse osmótico em *S. multijuga*, foi utilizado o cloreto de potássio (KCl), nas seguintes concentrações experimentais: 0,0; 20,0; 40,0; 60,0; 80,0; 160,0 e 240,0 mM. Em seguida, as sementes permaneceram em contato por 20 minutos em cada respectiva concentração experimental estudada, e colocadas para germinação em placas de Petri, com camada dupla de papel de germinação. Cada placa de Petri recebeu o equivalente a 8 mL de cada concentração do sal.

O experimento foi desenvolvido em triplicatas, onde cada placa conteve 25 sementes e após serem colocadas para germinação a placa foi isolada com plástico filme, permanecendo em temperatura ambiente (média de 30 ± 2 °C) e fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro durante o decorrer de todo o experimento (seis dias).

Foram analisadas as seguintes variáveis resposta: porcentagem de germinação (BRASIL, 2009), crescimento da raiz, quantificado com o uso de um paquímetro digital, índice de velocidade de germinação (Maguire, 1962) e tempo médio de germinação (TMG). Esses parâmetros

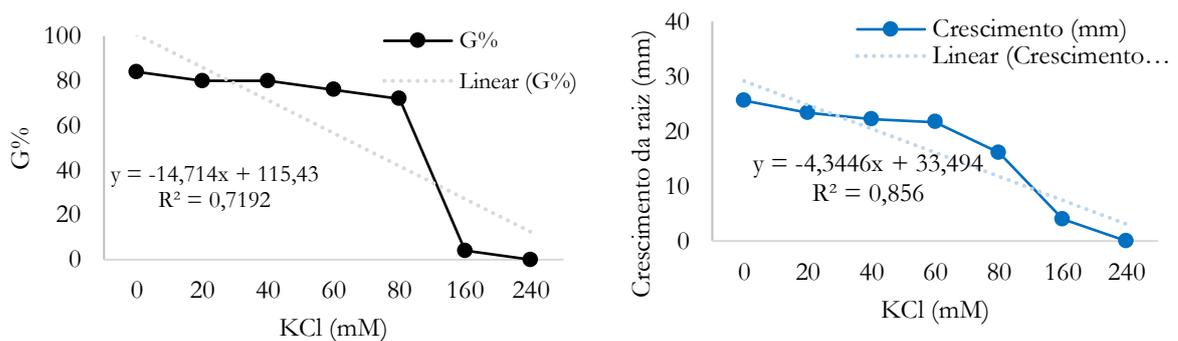
fisiológicos acima descritos foram analisados todos os dias durante todo o período que compreendeu o experimento.

As análises estatísticas foram realizadas no software Microsoft Excel 2016, por meio da análise de regressão polinomial para avaliar possível correlação entre o aumento da concentração de KCl e diminuição/aumento das variáveis fisiológicas analisadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de germinação (G%) das sementes de pau-cigarra apresentou diminuição significativa a partir da concentração de 60 mM de KCl, em comparação com o controle, sendo muito ou totalmente inibitória nas concentrações 160 e 240 mM, respectivamente (Figura 1). O comprimento da raiz foi influenciado significativamente negativa pela presença do sal a partir da concentração 60 mM, com decréscimo mais acentuado a partir de 80 mM de KCl (Figura 1). Os resultados sugerem que plântulas que crescem em solos salinos podem ter o crescimento radicular reduzido e, conseqüentemente diminuição da capacidade em absorver nutrientes e umidade do solo, prejudicando o seu crescimento e desenvolvimento.

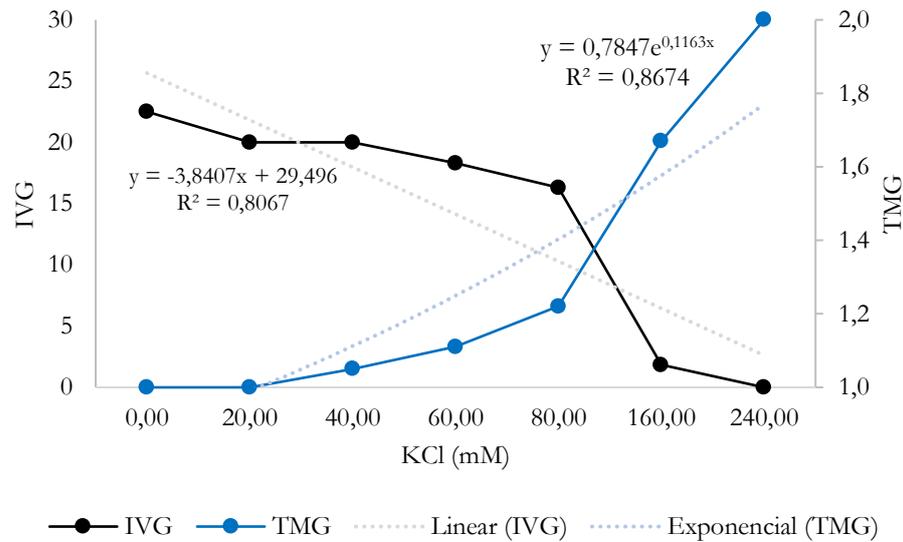
Figura 1 - Percentual de germinação (G%) e crescimento da raiz e de sementes de *S. mutijuga* expostas ao KCl por cinco dias (120 horas).



Fonte: Autores, 2024.

O comprimento da raiz diminuiu gradativamente à medida que a concentração do sal aumentou, com o acúmulo de sal a absorção de nutrientes e água fica comprometido, acarretando menor crescimento das plântulas. O índice de velocidade de germinação (IVG) diminuiu com o aumento das concentrações de KCl. (Figura 2), sendo estatisticamente significativa na concentração de 60 mM, em comparação com o controle. O TMG foi significativamente maior a partir de 40 mM aumentou gradativamente a partir da concentração de 20 mM. Esse resultado reporta a influência negativa do sal sob o crescimento das plântulas, resultando em um maior tempo para germinação e desenvolvimento, como observado na Figura 2.

Figura 2 - Índice de velocidade (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de pau-cigarra expostas a KCl em diversas concentrações.



Fonte: Autores, 2024.

Alterações na salinidade podem alterar diversas respostas fisiológicas durante a germinação das sementes, tais como o percentual de germinação e o IVG (Leite *et al.*, 2020). A salinidade do solo é um fator que pode influenciar o tempo médio de germinação das sementes, tornando a germinação mais lenta. Esse fato é reportado por diversos estudos (Arik, 2022; Tian *et al.*, 2021). O estudo do estresse salino em *S. multijuga* são escassos. Bandeira *et al.* (2018), reportaram que a *S. obtusifolia* exposta ao CaCl_2 , apresentou efeito negativo na sua germinação quando em concentrações a partir de 50 mM.

4 CONCLUSÃO

O aumento das concentrações salinas de KCl afetou a germinação e crescimento radicular de *S. multijuga* em concentrações a partir de 60 mM, sendo estas respostas fisiológicas totalmente inibidas quando as sementes foram expostas a concentração de 240 mM. Dessa maneira, esses dados sugerem que, para o desenvolvimento germinativo da *S. multijuga*, a análise da salinidade do solo deve ser considerada para seu melhor desenvolvimento inicial.

REFERÊNCIAS

AQUINO, J. P. A. *et al.* Respostas morfológicas de genótipos de feijão-caupi à salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 1001-1008, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n421rc>. Acesso em: 01 abr. 2024.

ARIK, Ü. Ö. The effect of salinity stress on germination parameters in *Satureja thymbra* L. (Lamiaceae). **International Journal of Secondary Metabolite**, v. 9, n. 1, p. 74-90, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21448/ijsm.1025295>. Acesso em: 31 mar. 2024.

BANDEIRA, S. B. *et al.* Ecofisiologia da germinação de fedegoso *Senna obtusifolia* L. H. S. Irwin & Barneby. **Colloquium Agrariae**, v. 36, n. 3, p. 731-741, 2018. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1739>. Acesso em: 01 abr. 2024.

BEZERRA, I. L. *et al.* Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, p. e2130, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2130>. Acesso em: 01 abr. 2024.

BRASIL, **Regra para Análises de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2009. 398p.

DURU, M. *et al.* Designing agroecological transitions; a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p. 1237-1257, 2015.

JOSÉ, A. C. *et al.* Influência do condicionamento osmótico na tolerância ao estresse salino em sementes de *Eucalyptus* spp. **Journal of Seed Science**, v. 38, p. 329-334, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n4165060>. Acesso em: 31 mar. 2024.

LEITE, K. N. *et al.* Resposta germinativa do feijão arigó e manteiguinha (*Vinga unguicula* L. Walp) submetidas a condições de estresse salino. **Nativa**, v. 8, n. 2, p. 165-171, 2020.

MAGUIRE, J. Speed of germination aid in selection and evolution for seedling and vigour. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

MELO, G. L. *et al.* Ocorrências e Controle de salinidade no uso de um sistema de irrigação localizada. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 16, n. 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.18316/rca.v16i2.9033>. Acesso em: 31 mar. 2024.

OLIVEIRA, W. J. *et al.* Leaf gas exchange in cowpea and CO₂ efflux in soil irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p. 32-37, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p32-37>. Acesso em: 31 mar. 2024.

PEREIRA, F. A. L. *et al.* Tolerance of melon cultivars to irrigation water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 12, p. 846-851, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n12p846-851>. Acesso em: 31 mar. 2024.

SILVA, M. G. *et al.* Growth, production and water consumption of coriander in hydroponic system using brackish waters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 547-552, 2018.

SOUZA, J. T. A. *et al.* Effects of water salinity and organomineral fertilization on leaf composition and production in *Passiflora edulis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 535-540, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n8p535-540>. Acesso em: 31 mar. 2024.

TIAN, X. *et al.* Seed germination and biochemical responses o two *Elytrigia elongata* accessions exposed to abiotic stresses. **Grassland Science**, v. 67, n. 4, p. 369-379, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/grs.12328>. Acesso em: 31 mar. 2024.

CAPÍTULO 7

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM DIFERENTES PROFUNDIDADES DE PLANTIO

Romana Tatiane Soares Santos   

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, IFNMG, Brasil

Fabício Silveira Santos   

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, IFNMG, Brasil

Leonardo Inácio Mendes   

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, IFNMG, Brasil

Bernardo de Lima Mourão   

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, IFNMG, Brasil

Cibelle Ribeiro Dias   

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, IFNMG, Brasil

Neusira Pereira da Costa   

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, IFNMG, Brasil

João Pedro Rodrigues Bahia   

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, IFNMG, Brasil

Cleane Ferreira Guimarães   

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, IFNMG, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.688 

Resumo: Sementes depositadas em profundidade inadequada vão impactar negativamente no estabelecimento da cultura, por outro lado, o plantio na profundidade adequada proporcionará condições favoráveis à germinação. Nesse sentido, o projeto de pesquisa teve como objetivo avaliar a germinação de sementes de feijão plantadas em diferentes profundidades. O trabalho foi realizado no mês de novembro do ano de 2022. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, constituído por oito tratamentos e cinco repetições. As profundidades de plantio foram: superficial, 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm e 7 cm de profundidade. Após 07, 09, 11 13 dias do plantio foi avaliado a germinação das sementes e aos 16 após o plantio foi avaliado a altura das plantas. A maior quantidade de sementes germinadas foi verificada no plantio superficial, seguido pelas profundidades de 1 e 2 cm. A maior altura das plantas ocorreu no plantio superficial, seguido pelo plantio com 2 cm de profundidade. A profundidade de plantio interfere tanto na germinação quanto na altura das plantas. Os melhores resultados ocorreram no plantio superficial, tanto para a germinação, quanto para a característica de altura das plantas.

Palavras-chave: Copos. Plantio. Substrato.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (Leal *et al.*, 2019), juntamente com a Índia e Mianmar reponde por 68% de toda a produção mundial dessa leguminosa (FAOSTAT, 2021). O feijoeiro apresenta grande importância socioeconômica para o país, é cultivado em praticamente todo o território nacional (Antolin; Heinemann; Marin, 2021). São vários o cultivares de feijão, no entanto no Brasil 70% do mercado de feijão comum é do tipo carioca, sendo essa variedade produzida em diversos estados brasileiros nas regiões sul, sudestes e centro oeste (Dias *et al.*, 2023).

O feijoeiro é uma leguminosa que produz grãos ricos em proteínas e, juntamente com o arroz, faz parte da dieta diária da população brasileira (Rezende *et al.*, 2017). Os grãos de feijão também são uma importante fonte de minerais como o cobre, ferro, potássio, magnésio, zinco e cálcio (Bella *et al.*, 2016), além de proporcionar vários benefícios à saúde conferindo efeitos protetores ao organismo humano (Chávez-Mendoza; Sánchez, 2017). Essa leguminosa é produzida tanto na agricultura empresarial quanto na agricultura familiar (Antolin *et al.*, 2021), sendo plantada utilizando técnicas modernas através de plantadeiras e, também, por meio de práticas mais simples como matraca e plantio na cova.

Independente da técnica utilizada, um dos pontos a ser observado para se ter sucesso na cultura é a profundidade de plantio das sementes. Sementes depositadas em profundidade inadequada vão impactar negativamente no estabelecimento da cultura, por outro lado, o plantio na profundidade adequada proporcionará condições favoráveis à germinação das sementes, contribuindo para a manutenção do stand ideal para o desenvolvimento e produtividade da cultura do feijão. De acordo com Silva *et al.* (2015), a profundidade de deposição das sementes é muito

importante, uma vez que pode afetar a germinação, pois a profundidade adequada permitirá um adequado contato como o solo úmido, proporcionando alto percentual de germinação e sobrevivência das plantas. Rocha de Medeiros *et al.* (2020) também abordam que a germinação do feijoeiro é de importante, pois trazem informações que podem auxiliar os produtores no tocante a emergência de plântulas em profundidades diferentes de semeadura. Nesse sentido, o estudo teve como objetivo avaliar a germinação de sementes de feijão plantadas em diferentes profundidades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no setor de Agricultura II do Instituto Federal de educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Salinas. O trabalho foi realizado no mês de novembro do ano de 2022 em ambiente protegido e irrigado, no IFNMG – Campus Salinas, e a variedade de feijão utilizada foi a carioca. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, constituído por oito tratamentos e cinco repetições. Cada tratamento correspondeu a uma profundidade de plantio, sendo elas: superficial, 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm e 7 cm de profundidade.

Foram utilizados 40 copos de plástico de 500 ml preenchidos com substrato próprio de plantio. Cada copo correspondeu a uma profundidade de plantio, sendo depositadas 3 sementes de feijão em cada copo. As características avaliadas foram: germinação e altura das plantas. A germinação das sementes foi avaliada aos 07, 09, 11 e 13 dias após o plantio. Para essa característica, a avaliação foi realizada de forma visual, sendo feita a contagem das sementes germinadas, e os resultados anotados em uma planilha. A altura das plantas foi avaliada aos 16 dias após o plantio. A medição foi realizada com o auxílio de um paquímetro e os resultados anotados em uma planilha.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A profundidade de plantio proporcionou variação na germinação das sementes aos 07 dias após o plantio, seguida pelas profundidades de 1 e 2 cm (Tabela 1). A maior média de germinação foi observada no plantio realizado superficial e a pior média foi verificada no plantio mais profundo, ou seja, com 07 cm. Esses resultados corroboram com os obtidos por Medeiros *et al.* (2020), que ao avaliar a germinação de sementes de feijão-preto, verificou que a velocidade de germinação diminui com o aumento da profundidade, a sobrevivência das plântulas foi melhor na profundidade de 03 e 06 cm e que as plântulas emergiram mais rapidamente nas profundidades de 01 e 03 cm.

Tabela 1 – Número médio de sementes germinadas aos 07 dias após o plantio.

Profundidade (cm)	Número médio de sementes Germinadas
Superficial	2,6
1	2,4
2	2,4
3	1,6
4	1,6
5	1,6
6	1,4
7	0,2

Fonte: Santos, 2024.

Ao analisar a germinação das sementes aos 09 dias após o plantio, verifica-se que o plantio superficial mantém a maior média de germinação seguindo a mesma tendência da avaliação aos 07 dias (Tabela 2). Modolo *et al.* (2010) observaram que a velocidade de emergência, estandes inicial e final e o rendimento médio do feijoeiro foi influenciado pela profundidade de semeadura. Segundo o mesmo autor, quando a deposição das sementes ocorreu a profundidades de 5,0 e 7,0 cm ocorreu maior rendimento da cultura. Silva *et al.* (2015), trabalhando com a cultura do milho, observou que profundidades de plantio entre 6 e 8 cm apresentaram maior velocidade de emergência quando comparada a profundidades menores. Segundo o autor as profundidades entre 6 e 8 cm foram favorecidas pela maior concentração de água no solo.

Tabela 2 – Número médio de sementes germinadas aos 09 dias após o plantio.

Profundidade (cm)	Número médio de sementes Germinadas
Superficial	3,0
1	2,8
2	2,4
3	2,4
4	1,6
5	1,6
6	1,6
7	1,0

Fonte: Santos, 2024.

Ao analisar a Tabela 3, pode-se observar a mesma tendência das tabelas anteriores no tocante a média de germinação. Profundidades maiores proporcionaram menor germinação e profundidades menores favoreceram a germinação. Bisato *et al.* (2021), trabalhando com diferentes profundidades de semeadura do feijoeiro, observou que as profundidades entre 6 e 10 cm proporcionaram um maior número de plântulas emergentes.

Tabela 3 – Número médio de sementes germinadas aos 11 dias após o plantio.

Profundidade (cm)	Número médio de sementes Germinadas
Superficial	3,0
1	2,8
2	2,6
3	2,4
4	2,0
5	1,8
6	1,8
7	1,2

Fonte: Santos, 2024.

Os últimos dados coletados relativos à germinação estão listados na Tabela 4 e confirmam que as menores profundidades de plantio proporcionaram a maior média de germinação. Como foi um ambiente protegido e irrigado, ou seja, não faltou água, o fator que condiciona uma maior disponibilidade de água em maiores profundidades não causou efeito no trabalho. Em estudos realizados por diversos autores e relatados neste trabalho, profundidades maiores foram mais favoráveis à germinação, possivelmente devido a disponibilidade de água.

Tabela 4 – Número médio de sementes germinadas aos 13 dias após o plantio.

Profundidade (cm)	Número médio de sementes Germinadas
Superficial	3,0
1	2,8
2	2,6
3	2,4
4	2,0
5	1,8
6	1,8
7	1,2

Fonte: Santos, 2024.

A Tabela 5 traz informações relativas à altura das plantas 16 dias após o plantio nas diferentes profundidades. A maior média foi observada no plantio superficial seguido pela semeadura com 2 cm de profundidade e a menor média foi observada na profundidade de 7 cm. Fazendo um paralelo com a cultura do milho, temos o trabalho de Teixeira *et al.* (2018), no qual observou que a altura das plantas, matéria seca da parte aérea e diâmetro do colmo apresentaram maiores médias quando a semeadura foi efetuada a 3 cm de profundidade.

Tabela 5 – Altura média das plantas 16 dias após o plantio.

Profundidade (cm)	Número médio de sementes Germinadas
Superficial	19,2
1	17,1
2	18,1
3	17,0
4	12,2
5	9,8
6	8,8
7	6,3

Fonte: Santos, 2024.

4 CONCLUSÃO

A profundidade de plantio interfere tanto na germinação quanto na altura das plantas plantio. Os melhores resultados ocorreram no plantio superficial, tanto para a porcentagem de germinação, quanto para a característica de altura das plantas. O trabalho ocorreu em ambiente protegido, no entanto, o plantio superficial possivelmente acarretaria diversos problemas quando for realizado no campo.

REFERÊNCIAS

ANTOLIN, L. A. S.; HEINEMANN, A. B.; MARIN, F. R. Impact assessment of common bean availability in Brazil under climate change scenarios. **Agricultural Systems**, v. 191, p. 1-10, 2021.

BISATO, M. M.; SOUZA, C. A.; CIGEL, C.; KANDLER, R. Desempenho inicial de cultivares de feijão submetidas a diferentes profundidades de plantio. **Revista de ciências agroveterinárias**, v. 20, n. 2, p. 118-127, 2021.

CHÁVEZ-MENDOZA, C.; SÁNCHEZ, E. Bioactive compounds from Mexican varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris*): Implications for health. **Molecules**, v. 22, n. 8, p. 1360, 2017.

BELLA, G. D.; NACCARI, C.; BUA, G. D.; RASTRELLI, L.; TURCO, V. L.; POTORTÌ, A. G.; DUGO, G. Mineral composition of some varieties of beans from Mediterranean and tropical areas. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 67, n. 3, p. 239-248, 2016.

DIAS, W. P.; WENDLAND, A.; SOUZA CARNEIRO, G. E.; OLIVEIRA FILHO, F. G.; LOPES, I. de O. N. Reaction of common bean genotypes to plant parasitic nematodes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 53, p. e74717, 2023.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crops and livestock products**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 05 maio 2024.

LEAL, F. T.; FILLA, V. A.; BETTIOL, J. V. T.; SANDRINI, F. O. T.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B. Use efficiency and responsivity to nitrogen of common bean cultivars. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p. 1-13, 2019.

MODOLO, A. J.; TROGELLO, E.; NUNES, A. L.; FERNANDES, H. C.; SILVEIRA, J. C. M. da.; DAMBRÓS, M. P. Efeito de cargas aplicadas e profundidades de semeadura no desenvolvimento da cultura do feijão em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 739–745, 2010.

REZENDE, A. A.; PACHECO, M. T. B.; SILVA, V. S. N. D.; FERREIRA, T. A. P. D. C. Nutritional and protein quality of dry Brazilian beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Science and Technology**, v. 38, p. 421-427, 2017.

MEDEIROS, J. R.; SANTOS, T. J. dos; COSTA, C. T.; MENEZES, R. A. S.; LINS, U. Q. Influência da profundidade de plantio na germinação de feijão preto. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 111, 2020.

SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, M. F.; JUNQUEIRA, P. D.; CORREA, L. N.; SILVA, R. P. Tratamento de sementes de milho com zinco semeadas em diferentes profundidades. **Engenharia na agricultura**, v. 27, n. 2, p. 111-121, 2019.

SILVA, P. R. A.; DIAS, P. P.; CORREIA, T. P. S.; SOUSA, S. F. G. Emergência de plântulas de milho em diferentes profundidades de semeadura. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 178-185, 2015.

TEIXEIRA, H. R. S.; LIMA, E. A.; MIELEZRKI, F.; SILVA, A. F.; OLIVEIRA, A. M. Efeito da profundidade de adubação e semeadura na cultura do milho. **Cultura Agronômica**, v. 27, n. 1, p. 91-100, 2018.

CAPÍTULO 8

ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE MASSA SECA E VALOR NUTRITIVO DE QUATRO GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

Maria Margarete de Sousa Batista   

Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA, Brasil

Andrea Krystina Vinente Guimarães   

Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.689 

Resumo: O agronegócio brasileiro, especialmente a pecuária bovina, desempenha um papel crucial na economia nacional. Para manter sua posição de destaque, é essencial considerar os fatores climáticos, a morfogênese das plantas, o manejo do solo e a adubação na gestão de pastagens e na produção de forragens. Este estudo teve como objetivo avaliar o valor nutritivo de diferentes gramíneas, incluindo *Urochloa brizantha* (cv. Marandu) e cultivares de *Megathyrsus maximum* (cv. Mombaça, cv. Miyaqui, cv. Zuri), na ausência e na presença de adubações de cálcio e magnésio. A metodologia envolveu um experimento na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará, com análises químico-bromatológicas e avaliação da produção de massa forrageira ao longo do período entre maio a agosto de 2023. Os resultados revelaram respostas significativas em relação aos cortes, interações entre espécies de forrageiras e formas de adubação. A adubação com óxido de Ca e Mg influenciou positivamente a produção de massa seca, especialmente para a espécie Marandu. No entanto, foram observadas variações na composição bromatológica das gramíneas em resposta à adubação. A integração dos conhecimentos sobre estes fatores é crucial para a eficiência e sustentabilidade da produção de forragens, contribuindo para a produtividade e segurança alimentar no agronegócio brasileiro.

Palavras-chave: *Megathyrsus maximum*. Nutrição animal. *Urochloa brizantha*.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro, notadamente a pecuária bovina, desempenha um papel vital na economia nacional, contribuindo significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) e assumindo uma posição de destaque na indústria mundial de carne bovina (Brasil, 2023). Para manter essa posição e promover a sustentabilidade do setor, é fundamental considerar a morfogênese das plantas na gestão de pastagens e na produção de forragens. Para isso, aspectos como taxa de aparecimento foliar, taxa de expansão foliar e duração de vida das folhas são essenciais para garantir a produtividade das pastagens (Costa, 2022).

Além disso, o manejo adequado do solo desempenha um papel crucial na saúde e na longevidade das forrageiras. Por outro lado, práticas deficientes podem resultar na depleção da matéria orgânica, compactação do solo e redução da produtividade, enquanto práticas adequadas, como a aplicação de fertilizantes, são fundamentais para potencializar e melhorar o rendimento das pastagens (Rodrigues, 2015). Ademais, a fertilidade do solo, especialmente em áreas com pH baixo e altos teores de elementos tóxicos, é fundamental para o sucesso das forrageiras. Em seguida, a utilização de corretivos agrícolas, como cálcio e magnésio, é necessária para ajustar o pH do solo, reduzir elementos tóxicos (Rodrigues, 2015) além de melhorar a disponibilidade de nutrientes essenciais para o crescimento das plantas forrageiras (Carvalho *et al.*, 2017; Dias Filho, 2021).

Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o valor nutritivo de diferentes gramíneas, incluindo *Urochloa brizantha* (cv. Marandu) e cultivares de *Megathyrsus maximum* (cv. Mombaça, cv. Miyaqui, cv. Zuri), na ausência e na presença de adubações de Ca Mg. Neste sentido, foram realizadas análises químico-bromatológicas conforme o método AOAC (1990) para

determinar Matéria Mineral (MM), Matéria Orgânica (MO), Extrato Etéreo (EE) e Proteína Bruta (PB), enquanto a MO foi calculada como $\%MO = 100 - \%MM$ (Rodrigues, 2010).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano de 2023, na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa), situada em uma região de clima equatorial caracterizada por alta umidade, temperaturas elevadas e precipitação anual variando entre 1900-2100 mm ao longo de 126-150 dias de chuva. Para isso, as médias climáticas registradas compreenderam uma temperatura média de 25,9-26 °C, umidade relativa oscilando entre 84,1-86%, insolação anual de 1900-2000 horas e nebulosidade média anual variando entre 5,6-0,6 décimos (Uchôa, 2011).

O experimento concentrou-se no cultivo de duas espécies de pastagens: *Urochloa brizantha* e *Megathyrsus maximum*. Para isso, foram estabelecidos diferentes tratamentos, variando adubações com Ca e Mg, em solo ligeiramente ácido com pH 5.5. delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições e 32 unidades experimentais. A densidade de semeadura foi de 6 kg ha⁻¹ em linhas espaçadas a 50 cm, foram realizados quatro cortes ao longo do período experimental para avaliar a produção de massa forrageira.

A produção de matéria verde total foi obtida cortando a forragem a 20 cm do solo, seguida de desidratação em estufa a 55 °C para calcular a massa seca total, foliar, colmo+bainha e material morto. Além disso, as amostras representativas foram coletadas, pesadas e moídas para avaliação bromatológica, incluindo fibras e nutrientes digestíveis totais. Cada amostra foi submetida à análise de composição química para determinação dos teores de nutrientes relevantes (Tabela 1).

Tabela 1 - Características Físicas e Químicas na camada de 0-20 cm de produtividade do solo da área experimental.

Critério	Valor
pH em água	5.5
CaCl ₂	4.7
P (mg dm ²)	41.5
K (cmol, dm ³)	18.2
Ca+Mg	4.65
Ca cmol c/dm ³	3.40
Mg cmol c/dm ³	1.25
Al cmol c/dm ³	0.13
H cmol c/dm ³	7.52
Mat Org. g/dm ³	39.1
g/dm ³ areia	640
Silte g/Kg	83
Argila g/Kg	277
Soma de Base (S)	4.70
CTC	2.35
Salte por base	38.06
RELAÇÕES	2.72
Ca/K	26.43
Mg/K, Sat (%) por: Ca	27.53
Mg	10.12
K	0.38
H	60.89
SAT. Al	2.69

Fonte: <http://www.agroanalise.com.br/> (2022).

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando o teste de Tukey com nível de significância de 5%, permitindo a comparação das médias entre os tratamentos. Com base nas considerações sazonais e eventos climáticos extremos como: chuvas intensas em março, abril e dezembro, e seca em agosto, foram considerados no planejamento e análise do experimento. Por outro lado, eventos extremos, que poderiam afetar a drenagem, agricultura e infraestrutura, foram monitorados para compreensão de possíveis impactos nos resultados.

O experimento foi conduzido ao longo de um período que compreendeu diferentes estações do ano, levando em conta as variações sazonais e eventos climáticos característicos da região (Tabela 2). A metodologia adotada buscou garantir a precisão e confiabilidade dos resultados obtidos, considerando tanto aspectos climáticos quanto procedimentos laboratoriais e estatísticos. Os dados foram submetidos à análise estatística com teste Tukey (5% de significância) para comparação das médias.

Tabela 2 - Dados meteorológicos da Estação Meteorológica da Ufopa, ano 2023.

Dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Se
1	6	0	10	5	0	0	28	0	0
2	0	25	25	0	12	1	10	0	0
3	5	0	0	45	0	0	20	0	0
4	0	5	4	0	0	30	0	0	0
5	5	5	0	0	7,5	10	0	0	0
6	7	0	9	7	10	1	7	0	0
7	0	0	4	67,6	30	0	0	0	0
8	0	5	4	0	0	0	0	0	0
9	0	3	0	32	0	0	0	0	0
10	0,05	0	0	3	0	0	4	0	0
11	2,5	0	0	5	0	5	10	0	0
12	10	0	0	0	0	6	1	0	0
13	0	0	15	0	5	10	0	0	0
14	8	15	0	0	0	0	1	0	0
15	2	10	15	0	0	5	0	0	0
16	0	0	1	26	18	13	0	0	0
17	0	0	50	15	1	0,2	0	0	0
18	25	0	0	20	0	50	0	0	0
19	12	0	40	30	0	0	10	0	0
20	0	35	1	0,4	0	1	0	0	0
21	0	75	0	0,1	0	1	0	0	0
22	0	1	0	12	0,5	0	0	0	5
23	5	0	0	2	25	0	0	5	1
24	10	0	2	0	0	2	0	0	0
25	1	0	0	0	0	0	0	0	0
26	10	4	0	10	0,7	0	0	0	0
27	25	5	0	15	0	0	0	0	0
28	0	0	0	5	5	0	0	0	0
29	5	0	0	0	47,5	0	0	0	0
30	0	0	35	5	13	0	0	0	0
31	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	148,5	188	215	305,1	175,2	135,2	91	5	

Fonte: GRUPO CEMI (2023).

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

Os padrões de precipitação variam ao longo do ano, com março, abril e dezembro de 2023, como os meses mais chuvosos e agosto o mais seco (Tabela 2). Distribuição irregular com eventos extremos em abril e maio, impactos na drenagem, agricultura e infraestrutura na primavera/verão úmidos, outono/inverno secos. Precipitação anual: 1247.85 mm, com variação interanual.

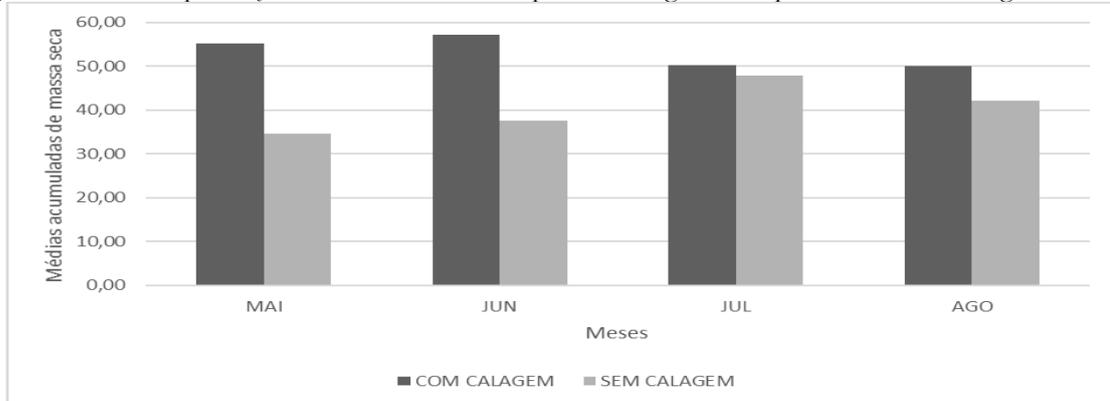
As amostras de massa de forragem foram coletadas utilizando um quadrado de 1m² de área. Sendo de acordo com as alturas de entrada recomendadas na literatura: *U. brizantha*, cv. Marandu (50 cm) e as de *Megathyrsus maximum*, cv. Mombaça, *M. Maximum* cv. Miyaqui, *M. Maximum* cv. Zuri (75 cm). Após o corte foram levadas para a estufa de circulação forrada de ar a 55 °C até obterem peso constante.

Os dados de massa verde e seca das forragens foram submetidos a análise de variância utilizando o aplicativo SISVAR, onde foram verificados os efeitos dos Blocos, corte (1, 2, 3 e 4), espécies e suas interações. As médias foram comparadas pelo teste Tukey 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas respostas significativas em função do corte ($p < 0,01$), corte x bloco ($p < 0,01$), corte x espécie ($p < 0,01$) e corte x espécie x bloco ($p < 0,01$). Os efeitos das interações entre as espécies de forrageiras e as formas de adubação no período de maio a agosto de 2023. Correspondem a 4 (quatro) espécies: *U. brizantha*, cv. Marandu, *Megathyrsus maximum*, cv. Mombaça, *M. Maximum* cv. Miyaqui, *M. Maximum* cv. Zuri semeadas com e sem óxido de Ca e Mg, nos meses de maio, junho, julho, agosto. Os valores de massa de forragem por mês e bloco podem ser visualizados na Figura 1.

Figura 1 - Teor da produção de massa seca das espécies forrageiras no período de maio a agosto de 2023.



Fonte: Autores, 2023.

A partir da análise das médias acumuladas, observa-se que a calagem pode inicialmente impulsionar o aumento na produção de massa seca, como evidenciado pelo crescimento significativo em maio (55,31%) e junho (57,13%) para as forrageiras tratadas com calagem. No

entanto, essa tendência é seguida por uma estabilização ou mesmo uma diminuição nas médias acumuladas nos meses subseqüentes, sugerindo uma possível saturação dos efeitos que a adubação exerce sobre a produção de massa seca ao longo do tempo.

Entretanto, é importante notar os dados de precipitação pluviométrica (ver Tabela 1), os quais demonstram resultados elevados ao longo dos meses analisados. Esse aumento na precipitação pode ter influenciado uma maior atividade metabólica das plantas, conseqüentemente resultando em um aumento inicial na produção de massa seca.

Tabela 3 - Análise da composição bromatológica para Proteína Bruta (PB), Matéria Mineral (MM), Matéria Orgânica (MO), Extrato Etéreo (EE) das espécies forrageiras entre os meses de maio a agosto de 2023.

ESPÉCIES	ADUBAÇÃO		MÉDIA	
	Com Óxido de Ca e Mg	Sem Óxido de Ca e Mg		
PB	Marandú	22,15	16,19	19,17
	Mombaça	17,49	17,05	17,27
	Miyagui	14,76	17,40	16,08
	Zuri	17,88	16,95	17,42
	Média	18,07	16,90	
MM	Marandú	11,15	9,73	10,44
	Mombaça	9,92	10,64	10,28
	Miyagui	10,14	10,92	10,53
	Zuri	10,53	10,33	10,43
	Média	10,43	10,40	
MO	Marandú	89,85	90,27	90,06
	Mombaça	72,00	88,06	80,03
	Miyagui	89,47	89,08	89,28
	Zuri	89,82	89,45	89,64
	Média	85,29	89,22	
EE	Marandú	6,50	6,38	6,44
	Mombaça	4,33	5,82	5,08
	Miyagui	4,99	6,24	5,62
	Zuri	5,97	5,71	5,84
	Média	5,45	6,04	

Fonte: Autores, 2023.

Na Tabela 3 acima são apresentados quatro parâmetros avaliados para cada combinação de espécies de gramíneas e adubação. Pode-se notar variações nos valores médios dos parâmetros entre as diferentes espécies e tipos de adubação. A espécie Marandú apresenta uma maior concentração de PB quando adubada com óxido de cálcio e magnésio em comparação com a ausência dessa adubação. As diferenças na MM entre as espécies são menos marcantes em comparação com a PB. Marandú tem uma média ligeiramente mais alta na presença de Ca e Mg, enquanto Mombaça e Miyagui têm médias mais altas na ausência de calagem. Zuri mostra pouca variação entre as duas condições.

Quanto a MO, a média geral sugere que a adubação com Ca e Mg tende a aumentar a matéria orgânica, mas isso pode variar entre as espécies. Em algumas espécies, como Mombaça, a adubação com Ca e Mg parece ter um efeito negativo na concentração de Extrato Etéreo, com uma redução significativa observada. Enquanto isso, em outras espécies, como Marandú, não parece haver uma diferença tão marcante entre as duas condições de adubação.

Esta análise bromatológica destaca variações nos parâmetros avaliados entre diferentes espécies de gramíneas e tipos de adubação. Observa-se que a espécie Marandú tem uma concentração de PB significativamente maior quando adubada com óxido de cálcio e magnésio. Enquanto as diferenças na MM entre as espécies são menos evidenciadas, com Marandú apresentando uma média ligeiramente alta na presença desses minerais. A MO tende a aumentar com a adubação de Ca e Mg, embora isso possa variar entre as espécies. No entanto, a adubação pode ter efeitos negativos, como observado na redução do extrato etéreo em espécies como Mombaça. Em resumo, os resultados sugerem que a escolha da espécie e do tipo de adubação podem influenciar significativamente a composição bromatológica das gramíneas.

4 CONCLUSÃO

A produção eficiente de forragens é crucial para o agronegócio brasileiro e a pecuária bovina. Para alcançar esse objetivo a integração de conhecimentos sobre morfogênese das plantas, manejo do solo e adubação é essencial. Em suma, compreender aspectos como taxa de aparecimento foliar, taxa de expansão foliar e duração de vida das folhas é fundamental para potencializar a produtividade das pastagens.

O manejo adequado do solo desempenha um papel crucial nesse processo, influenciando diretamente a produtividade das forrageiras. Diante disso, a aplicação correta de fertilizantes pode aumentar a eficiência de utilização de nutrientes e melhorar o rendimento das pastagens, especialmente através da correção do pH do solo e da melhoria da disponibilidade de nutrientes. Entretanto, é importante considerar que a adubação pode acarretar efeitos adversos, como evidenciado pela diminuição do teor de extrato etéreo em espécies como o capim Mombaça.

Resultados experimentais destacam a influência significativa da adubação com óxido de cálcio e magnésio na produção de massa seca das forrageiras, com a espécie Marandú demonstrando maior estabilidade nesse aspecto. Por conseguinte, a variabilidade na produção, especialmente sem adubação, ressalta a importância da adubação para garantir a qualidade e produtividade das pastagens. É de suma importância considerar as médias mensais de produção de massa seca, que variam ao longo dos meses devido a padrões sazonais influenciados por condições climáticas e práticas de manejo, visando uma produção eficiente.

Portanto, investir em pesquisas e práticas que integrem esses conhecimentos é fundamental para melhorar a produção de forragens, garantindo assim a produtividade do agronegócio brasileiro e contribuindo para a segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ. **Posições de destaque no cenário nacional resultam de investimentos no aprimoramento da defesa sanitária e em tecnologias que garantem sustentabilidade.** 2023. Disponível em: <http://www.adepara.pa.gov.br/artigos/estado-do-par%C3%A1-det%C3%A9m-o-2%C2%BA-maior-rebanho-bovino-do-brasil-e-o-maior-de-b%C3%BAfalos>. Acesso em: 28 de junho de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Calagem e Adubação.** Embrapa. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743400/Calagem+e+adubacao.pdf/ceadbc3b-3fae-4fc3-a939-457a45df2a1b?version=1.0>. Acesso em: 30 de junho de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Mais Pecuária.** Assessoria de Ação Estratégica. Brasília: MAPA/ACS, 2014. Disponível em: https://www.agricultura.gov.br/files/docs/pecuaria/mais_pecuaria.pdf. Acesso em: 28 de junho de 2023.

COSTA, N. L. **Morfogênese no Manejo de Pastagens Tropicais.** 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1144548/1/Agrolink-Morfogenese-no-Manejo-de-Pastagens-Tropicais.pdf>. Acesso em: 29 de junho de 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Brachiaria brizantha cv. Marandu.** Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. Campo Grande, EMBRAPA - CNPGC, 1984. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/317899/brachiaria-brizantha-cv-marandu>. Acesso em: 29 de junho de 2023.

SCHMIDT, F. **Produção de massa seca, composição botânica e valor nutritivo de forrageiras de inverno sobressemeadas em pasto de tifton 85 adubado com fertilizantes químicos e cama de aves.** Doutora, pesquisadora – Empresa de Pesquisa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, Estação Experimental de Campos Novos. 2022. Disponível: <https://agrariacad.com/2022/06/22/producao-de-massa-seca-composicao-botanica-e-valor-nutritivo-de-forrageiras-de-inverno-sobressemeadas-em-pasto-de-tifton-85-adubado-com-fertilizantes-quimicos-e-cama-de-aves/>. Acesso: 10/03/2024.

UCHÔA, P. W. S. **Estudo de variações Estudo de Variações Termo-Higrométricas de cidade equatorial devido ao processo de urbanização: O Caso de Santarém-Pa.** 2011. Disponível: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/bitstream/123456789/340/1/DissertacaoEtudodeVariacoesTermo-higrometricas.pdf>. Acesso: 02/06/2023.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B. LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

CAPÍTULO 9

RENDIMENTO PRODUTIVO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE SORGO

Arthur Linhares Basilio   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Thais de Lima Rodrigues   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

João Gabriel Ferrera Cabral   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Filipi Augustus Ribeiro Canuto   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Gabriel Ferreira Diniz   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Lorena Dias Romualdo   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Victória de Lima Santos   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

André Morais Moura   

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.690 

Resumo: Objetivou-se quantificar e distinguir o rendimento forrageiro e a composição percentual de quatro genótipos de sorgo: 'Ponta Negra', 'BRS665', 'Volumax' e 'BRS805'. A pesquisa foi realizada no Setor de Caprinocultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Uma análise detalhada dos atributos químicos do solo foi conduzida após a coleta de amostras. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, e incluiu operações de gradagem e aplicação manual de adubação do tipo NPK, com 450 g por linha, em um espaçamento linear de 0,65 m entre as linhas. O período experimental abrangeu aproximadamente 89 dias para o genótipo 'BRS805' e 107 dias para 'Volumax', 'BRS665' e 'Ponta Negra', registrando um acumulado de chuva de 595,5 mm. A colheita do sorgo ocorreu durante o estágio pastoso dos grãos, realizada manualmente a 10 cm acima do solo. Subsequentemente, amostras de cada tratamento foram coletadas para pré-secagem. Os resultados evidenciaram a capacidade dos diferentes genótipos de sorgo para a produção de silagem, com destaque para o genótipo 'Ponta Negra', que apresentou o melhor rendimento forrageiro, com a maior produção de matéria verde (64,668 kg ha⁻¹), matéria seca (19,943 kg ha⁻¹) e eficiência do uso da chuva (0,033239).

Palavras-chave: Agropecuária. Genótipo. Matéria-seca. Pastagem. Sorgo.

1 INTRODUÇÃO

A região Sudeste do Brasil é notoriamente reconhecida pela excelência na produção forrageira, sendo que um dos principais fatores que contribuem para essa performance é o favorecimento climático que a região apresenta. Segundo Oliveira *et al.* (2022), a produção de forragem na região Sudeste é sazonal, influenciada pela variação na oferta ao longo do ano, com duas estações distintas: o período das águas, de outubro a março, caracterizado por condições ambientais propícias; e o período da seca, de abril a setembro, marcado pela diminuição da temperatura, luminosidade e precipitação, resultando em escassez de forragem.

De acordo com Fernandes (2020), no que tange à nutrição animal, vale destacar que o sorgo desponta como uma alternativa de alta conversão do seu valor nutricional, uma vez que apresenta teores que são capazes de suprir as necessidades de desenvolvimento dos animais. Além disso, o sorgo representa uma excelente alternativa para períodos de restrição de alimentos, uma vez que é capaz de gerar uma silagem de qualidade elevada, de alta produtividade por unidade de área, que apresenta teor energético e um teor de proteína bruta de aproximadamente 8%, características que contribuem para viabilizar economicamente a sua utilização (Pastor, 2022).

A utilização de insumos alimentares não convencionais emerge como solução para diminuir as despesas com alimentação, desde que a variedade nutricional de cada produto seja adequadamente considerada, garantindo uma dieta equilibrada que satisfaça as demandas nutricionais dos animais sem causar distúrbios (Pinheiro, 2021). A silagem tem se mostrado uma alternativa barata e segura, garantindo minimizar a perda nutricional da forragem, permitindo que

o alimento seja armazenado por um longo período, devido uma fermentação controlada durante o processo (Jales, 2023).

Contudo, é imprescindível que sejam realizadas pesquisas que permitam a caracterização agrônômica e nutricional desses genótipos, de modo a se obter uma recomendação mais precisa acerca dos genótipos promissores para as mais diversas finalidades nos sistemas de produção. Assim, objetivou-se quantificar e diferenciar o rendimento forrageiro e o percentual de componentes de quatro genótipos de sorgo: ‘Ponta Negra’, ‘BRS665’, ‘Volumax’ e ‘BRS805’.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinocultura, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – (UFRRJ), 22°47'04" S e 43°40'53" W, altitude média de 100m, situada no município de Seropédica, no km 7 da BR-465, o qual pertence ao Estado do Rio de Janeiro e tem área de aproximadamente 266,55 km², no período de dezembro de 2022 a abril de 2023. Embora considerado politicamente como integrante da RMRJ, está situado em uma área da planície costeira fluminense denominada Baixada de Sepetiba (Silveira *et al.*, 2020). Segundo a classificação de Köppen, possui o clima do tipo Aw, sendo caracterizado pela alternância entre a estação chuvosa no verão e seca durante o inverno, com precipitação anual variando entre 930 mm/ano a 1.475 mm/ano (INMET, 2016).

Foi realizada uma coleta de solo para determinação dos atributos químicos, sendo coletadas três amostras simples de solo por parcela para compor uma amostra composta, utilizando-se de um trado holandês. A amostragem foi realizada nas camadas de 0,00 - 0,20 e 0,20 - 0,40m de profundidade. Além disso, realizou-se uma análise de solo da área experimental, sendo realizada antes do plantio no Laboratório de Manejo e Conservação do Solo e da Água do Departamento de Solos, do Instituto de Agronomia, da UFRRJ, os seguintes atributos químicos no perfil de 0 a 20 cm: pH (H₂O 1:2,5) 5,50; P (Mehlich⁻¹) 13 mg dm⁻³; K⁺ (Mehlich⁻¹) 43 mg dm⁻³; Na⁺ (Mehlich⁻¹) 0,05 cmolc dm⁻³; Ca (KCl mol L⁻¹) 5,90 cmolc dm⁻³; Mg (KCl mol L⁻¹) 1,80 cmolc dm⁻³; K (Mehlich⁻¹) 0,11 cmolc dm⁻³; Al (KCl mol L⁻¹) 0,00 cmolc dm⁻³; H+Al (Acet. Ca) 4,62 cmolc dm⁻³; S (soma de bases trocáveis) 7,86 cmolc dm⁻³; T (C.T.C.) 12,48 cmolc dm⁻³; V⁰% (saturação bases) 63%; m (saturação Al.) 0,00%; n (saturação do Na) 0,37% e t (C.T.C.) efetiva 7,86 cmolc dm⁻³.

Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos experimentais foram representados por quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L). Moench). Os genótipos avaliados foram: BRS Ponta Negra, BRS665, Volumax e BRS810. Na área do experimento foram realizadas no solo gradagem e adubação de aplicação manual do tipo

NPK com 450g por linha. A semeadura da gramínea foi realizada em 19 de dezembro de 2022 em duas fileiras por genótipo, com espaçamento de 0,65 m linear entre linhas.

A duração do período experimental foi de aproximadamente 89 dias (810) e 107 dias (Volumax, 665 e PN) com um acumulado de chuva de 595,5mm, registradas no Setor de Pequenos Ruminantes da UFRRJ. De acordo com a Figura 1, observam-se os dados diários de precipitação pluvial dos meses de dezembro de 2022 a fevereiro de 2023, ocorridas no período experimental.

O sorgo foi colhido quando os grãos se apresentavam no estágio pastoso. O corte de avaliação foi efetuado manualmente com facão, a 10cm acima do solo. Foi retirada uma subamostra de cada tratamento, para posterior pré secagem em estufa com ventilação forçada por 72 h a 55 °C, a fim de estimar o kg de matéria seca (MS) por hectare.

Para fins da avaliação, foi considerada a produção de dois metros de sulco por parcela. A produção de matéria verde (PMV), dada em kg ha⁻¹, foi obtida pelo produto entre a massa verde obtida por metro linear, colhida convertida para o total de metros lineares por hectare. A produção de matéria seca (PMS), em kg ha⁻¹, foi estimada pelo produto entre a PMV e o PMS. A eficiência de uso da chuva (EUC) para a PMS, dada em kg ha⁻¹ mm⁻¹, foi estimada pela divisão da PMS pela quantidade de chuva acumulada durante o ciclo (115 mm). O acúmulo de água pelas plantas (ACA), em kg ha⁻¹ mm⁻¹ foi estimado pela diferença entre a PMV e PMS, posteriormente, dividida pelo total de chuvas em mm.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico SAS e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são evidenciados os valores médios em relação à massa seca (%), produção de matéria verde kg ha⁻¹, produção de matéria seca kg ha⁻¹ e eficiência do uso da chuva (EUC).

Tabela 1 - Valores médios do rendimento forrageiro dos genótipos de sorgo.

Variáveis	Genótipos				CV (%)
	PN	BRS665	Volumax	BRS810	
Massa Seca (%)	24,79b	28,94a	21,71c	24,56b	5,67
Prod. Matéria Verde kg ha ⁻¹	64,668a	50,779ab	42,001b	52,807ab	15,28
Prod. Matéria Seca kg ha ⁻¹	19,943a	18,343a	11,329b	16,191ab	17,41
Efic. Uso da Chuva kg ha ⁻¹ mm ⁻¹	0,033239a	0,030571a	0,018881b	0,026988ab	17,41

Fonte: Autores, 2023.

De acordo com a Tabela 1, o genótipo ‘BRS665’ tem a maior massa seca (%) com 28,94%, o que significa que ele retém menos água em comparação com outros genótipos. O ‘Volumax’ tem a menor massa seca (%) com 21,71%, indicando que ele retém mais água. Os genótipos ‘Ponta

Negra' (PN(24,79%)) e 'BRS810' (24,56%) têm valores semelhantes que não diferem estatisticamente.

O genótipo 'Ponta Negra' lidera com 64,668 kg ha⁻¹, o que significa que ele pode produzir mais matéria verde por hectare em comparação com outros genótipos. O 'Volumax' tem o valor mais baixo com 42,001 kg ha⁻¹, indicando que ele produz menos matéria verde por hectare. Os genótipos 'BRS810' (52,807 kg ha⁻¹) e 'BRS665' (50,779 kg ha⁻¹) têm valores semelhantes que não diferem estatisticamente.

Verificou-se que em rendimento de matéria seca do Ponta Negra (19,943 kg ha⁻¹), 'BRS665' (18,343 kg ha⁻¹) e o 'BRS810' (16,191 kg ha⁻¹) não diferiram estatisticamente entre eles (P<0,05), assim como o Volumax (11,329 kg ha⁻¹) é semelhante ao 'BRS810'. Os resultados indicam uma significância estatística (P<0,05) na eficiência do uso da chuva (EUC) entre as cultivares 'Ponta Negra' e 'BRS665', registrando-se valores de 0,033239 e 0,030571, respectivamente, conforme descrito na Tabela 1. Essa disparidade evidencia distintas características genóticas tanto na EUC quanto no acúmulo de água, como também demonstrado na Tabela 1.

A eficiência de uso da água da chuva (EUA) por plantas em ambientes tropicais úmidos é uma variável crucial, indicativa da capacidade da cultura de lidar com elevada precipitação e distribuição irregular, além do armazenamento de água no solo. Dado que a água é um dos nutrientes mais disponíveis em regiões tropicais úmidas, a técnica de produção de silagem de sorgo emerge como uma opção vantajosa, permitindo a conservação da umidade presente no alimento (Costa, 2022) (Pansonato, 2020).

A produção de forragem em ambientes tropicais úmidos apresenta desafios devido à variabilidade climática e à necessidade de espécies vegetais adaptadas a tais condições. Espécies como as samambaias exemplificam essa adaptação, sobrevivendo e prosperando em ambientes caracterizados por alta umidade e temperaturas elevadas (Muller *et al.*, 2019). O sorgo também se destaca por sua notável capacidade de adaptação a ambientes adversos, sugerindo sua viabilidade como opção para produção forrageira em regiões tropicais úmidas.

4 CONCLUSÃO

Os diferentes genótipos demonstraram aptidão para a produção de silagem, tendo o genótipo 'Ponta Negra' apresentado o melhor rendimento produtivo, com a maior produção de matéria verde (64,668 kg ha⁻¹), matéria seca (19,943 kg ha⁻¹) e eficiência do uso da chuva (0,033239).

Agradecimentos e financiamento

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Setor de Pequenos Ruminantes da UFRRJ, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

REFERÊNCIAS

COSTA, N. L.; MAGALHÃES, J. A. **Fundamentos Fisiológicos e o Manejo de Pastagens Tropicais**. 1. ed. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2022. 324 p. Disponível em: www.infoteca.cnptia.embrapa.br. Acesso em: abr. 2024.

COSTA-NETA, C. M. **Características agronômicas produtivas e qualidade da silagem do sorgo forrageiro utilizando polímeros retentores de umidade no solo na entressafra agrícola**. 2023. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2023.

FERNANDES, P. B. *et al.* Aspectos relacionados ao potencial forrageiro do sorgo: revisão. **Pubvet**, v. 14, p. 119, 2020.

FRIGERI, K. D. M. **Rendimento do milho sob diferentes alturas de entrada de pastejo**. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cassilândia, 2020.

FIDELIS, R. R. *et al.* Desempenho agronômico de sorgo e soja solteiros e em consórcio nas entrelinhas do pinhão-manso. **Agrarian**, v. 8, n. 30, p. 330-342, 2015.

GALVAN, P.; GAI, V. F.; SOARES, C. Rendimento forrageiro e ganho de peso de bovinos em capim BRS Zuri em sistema de lotação rotacionada. **Anais do City Farm**, v. 1, n. 1, p. 45-53, 2022.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: abril de 2024.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: abr. 2024.

JALES, R. D. **Silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L.): revisão de literatura dos principais aspectos da forrageira como silagem e importância do uso de inoculantes microbianos**. 2023. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

KONZEN, L. M. *et al.* **Plantas de cobertura na entressafra e seu efeito no rendimento da soja**. 2019. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

LUCENA, L.; SIMPLÍCIO, J.; LEITE, M. L. Desenvolvimento de sorgo forrageiro submetido à aplicação de manipueira. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 11, 2019.

MAKINO, P. A. **Produtividade de milho em modalidade de cultivo solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis***. 2015. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

MÜLLER, A.; SCHMITT, J. L. Fenologia de samambaias e licófitas no Brasil: uma abordagem metodológica e ecológica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 4, p. 1197, 1 set. 2019.

OLIVEIRA, P. P. A. **Uso de leguminosas forrageiras na época seca**. 2022. 120 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

PANSONATO, M. P. **Fatores determinantes dos padrões de similaridade, distribuição e abundância de árvores em dois ambientes da Mata Atlântica**. 2019. 215 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-18112019-101357/pt-br.php>. Acesso em: abr. 2024.

PASTOR, T. S. **Avaliação bromatológica de diferentes genótipos de sorgo silageiro**. 2022. 88 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2022.

PAULA, T. A. Produção de silagem: aspectos agronômicos e valor nutricional em regiões semiáridas-revisão sistemática. **Arquivos do Mudi**, v. 25, n. 2, p. 127-154, 2021.

PINHEIRO, R. C. *et al.* **Alimentos alternativos para nutrição animal**. 2021. 57 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) — Instituto Federal Goiano, Goiânia, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2263>. Acesso em: abr. 2024.

RESENDE, B. P. M. *et al.* Consórcio de sorgo com espécies forrageiras. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 57-64, 2016.

RETORE, M. *et al.* **Qualidade da silagem do capim-elefante BRS Capiaçú**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 6 p. (Comunicação Técnica, 261). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1130009/1/COT-261-2020.pdf>. Acesso em: abr. 2024.

RIBEIRO, L. M. *et al.* **Populações de milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis* em Maracaju, MS**. 2015.

SILVEIRA, A. K. *et al.* Modelagem geoambiental aplicada à favorabilidade de ocorrência de carrapatos vetores de febre maculosa no município de Seropédica, RJ. **Anais... XIX Simpósio de Pesquisa Operacional & Logística da Marinha, Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha**, v. 3, p. 1744-1758, 2020.

SILVA, T.C. *et al.* Agronomic divergence of sorghum hybrids for silage yield in the semiarid region of Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1886-1893, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000900007>. Acesso em: abril de 2024.

SILVA, P. S. **Utilização de silagem de milho no confinamento de bovinos de corte: uma revisão bibliográfica**. 2022. 65 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2022.

CAPÍTULO 10

AVALIAÇÃO DO USO DE EXTRATOS DE FUNCHO PARA O CONTROLE DE *Alternaria sp.* EM CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATE

Paôla da Conceição Campos Malta   

Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, Brasil

Leila de Castro Louback Ferraz   

Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.691 

Resumo: O cultivo orgânico de tomate é particularmente vulnerável a pragas e doenças, um desafio que compromete a produtividade da cultura. Neste contexto, este estudo foca na utilização de extratos de Funcho (*Foeniculum vulgare*) como uma alternativa sustentável para o controle do fungo *Alternaria* sp., que frequentemente afeta essa cultura. A pesquisa foi executada *in vitro* no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), usando um isolado de *Alternaria* sp. coletado de tomateiros da variedade crioula "Seriguela" da Fazenda Vista Alegre, localizada em Capim Branco, Minas Gerais. Testes foram realizados com o extrato de funcho em concentrações variadas de 5%, 10%, 15% e 20%. Observou-se que a concentração de 10% inibiu eficazmente o crescimento micelial de *Alternaria* sp. *in vitro*. No entanto, quando aplicado em condições de campo, o extrato não reduziu de forma significativa a severidade das doenças, indicando a necessidade de pesquisas adicionais para refinar a formulação.

Palavras-chave: Agricultura Orgânica. *Alternaria* sp. Controle Fitossanitário. Extrato de Funcho. Tomate Orgânico.

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destaca-se como uma das culturas mais difundidas e economicamente importantes ao redor do mundo, com o Brasil figurando entre os principais produtores globais. Esta hortaliça, pertencente à família Solanaceae, exige condições climáticas e culturais específicas para seu desenvolvimento, possuindo um ciclo biológico que varia de quatro a sete meses (Filgueira, 2008).

No Brasil, o cultivo do tomate é um pilar para o agronegócio e um importante gerador de emprego e renda (Rocha-Júnior *et al.*, 2008). Na agricultura orgânica, contudo, os tomateiros enfrentam desafios significativos devido à sua alta suscetibilidade a pragas e doenças. A prática é regulamentada pela Lei nº 10.831 (2003), que enfatiza o uso de tecnologias sustentáveis, proibindo produtos sintéticos e favorecendo métodos biológicos e mecânicos para a promoção da sustentabilidade econômica e ecológica (Miranda, 2001).

A crescente demanda por produtos orgânicos, que geralmente apresentam preços mais elevados, reflete um mercado em expansão que valoriza práticas sustentáveis (Santos; Silva, 2010). Com as limitações ao uso de agrotóxicos e os problemas fitossanitários recorrentes, torna-se imperativo buscar alternativas eficazes e ambientalmente seguras para o controle de doenças em tomateiros.

Neste contexto, o uso de extratos de funcho (*Foeniculum vulgare*), rico em compostos bioativos como anetol e estrago, surge como estratégia de controle biológico. Estes compostos têm demonstrado capacidade para proteger as plantas contra diversos patógenos (Barros; Carvalho; Ferreira, 2010). Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de extratos de Funcho no controle de *Alternaria* sp. em cultivo orgânico de tomate, propondo uma solução sustentável para a fitossanidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A *Alternaria* sp. foi isolada a partir de lesões contidas em folhas de tomateiros da variedade Seriguela (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Este patógeno causa a doença popularmente conhecida como pinta-preta. Estas folhas foram provenientes de tomateiros cultivados em estufa, no sistema de cultivo orgânico da Fazenda Vista Alegre localizada no município de Capim Branco, do estado de Minas Gerais (Figura 1).

Figura 1 - Folha com sintoma da pinta preta coletada de tomateiro cultivado em estufa na Fazenda Vista Alegre em Capim Branco, Minas Gerais.



Fonte: Autores, 2015.

Objetivando buscar uma forma alternativa de controle da *Alternaria* sp. no ambiente orgânico, foi realizado um teste *in vitro* utilizando extratos aquosos da planta medicinal Funcho em diferentes diluições. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ). O patógeno utilizado foi isolado das folhas de tomateiros que estavam contaminados da Fazenda Vista Alegre. O Funcho foi obtida *in natura* na horta comunitária Vapabuçu localizada no município de Sete Lagoas-MG (Figura 2).

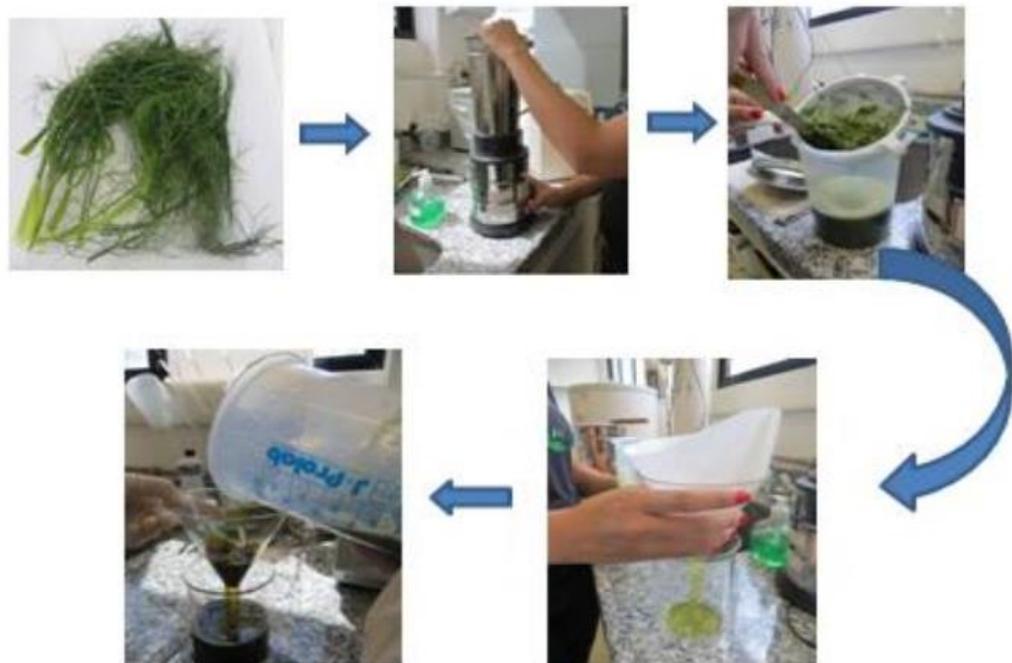
Figura 2 - Planta medicinal Funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.) da horta comunitária Vapabuçu em Sete Lagoas, Minas Gerais.



Fonte: Autores, 2015.

Para o preparo dos extratos, inicialmente foi feito um extrato-mãe com a planta de Funcho *in natura*, utilizando-se 100 g de funcho imersos em água a temperatura ambiente durante 1 hora. Após este tempo, o Funcho foi retirado da água, e triturado em liquidificador com 1 L de água destilada durante cinco minutos. Terminando a trituração do extrato-mãe, este foi peneirado e filtrado em papel filtro para a retirada de impurezas (Figura 3).

Figura 3 - Produção do extrato-mãe a partir do Funcho.



Fonte: Autores, 2015.

Em seguida, realizou sua diluição do extrato-mãe em meio BDA formando quatro tratamentos (5%, 10%, 15% e 20%) e testemunha com água destilada com 3 repetições para cada

tratamento. O meio de cultura BDA foi feito na proporção de 39 g de BDA para 1 L de água destilada, autoclavadas à temperatura de 120° C e 1 atm por 20 min), quando o meio de BDA estava em temperatura fundente, foram adicionados os extratos nas concentrações estudadas. As concentrações dos extratos estudadas foram: de 5% (50 mL de extrato e 950 mL de BDA), 10% (100 mL de extrato e 900 mL de BDA), 15% (150 de extrato e 850 mL de BDA) e 20% (200 mL de extrato e 800 mL de BDA). Isto foi realizado em ambiente asseptico, aonde estes meios foram vertidos em placas de Petri. Foi mantida uma parcela testemunha que consistiu de placas contendo somente o meio de BDA, sem a presença do extrato mãe.

O patógeno da *Alternaria* sp. foi crescido em placas contendo meio de BDA por sete dias com temperatura à 22°C e fotoperíodo de 12h luz/12h escuro. Discos de micélio provenientes destas placas de BDA colonizadas foram repicados colocando-se um círculo de aproximadamente sete mm de diâmetro nos meios de cultura contendo os diferentes extratos. As placas foram fechadas com filme de PVC transparente e foram armazenadas em BOD a temperatura de 22° C com fotoperíodo de 12 h luz/12 h escuro. Após cinco dias de incubação, foi realizada a medição do crescimento do fungo. Foi medido o diâmetro das colônias, no intervalo de dois em dois dias, por meio de uma régua graduada.

Foi realizada na Fazenda Vista Alegre, a aplicação de extratos aquosos de Funcho nos tomateiros da Variedade Seriguela, a fim de testar seu efeito no ambiente orgânico. Utilizou-se uma área de 277,44 m² com 479 tomateiros (Figura 4). Os tratamentos utilizados foram extratos aquosos do Funcho nas concentrações de 10%, 20%, 30% e testemunha (água filtrada) com cinco repetições para cada tratamento. A aplicação dos tratamentos no iniciou no dia 16 de outubro de 2015, com a planta apresentando 47 dias. Foi realizada pulverização uma vez na semana no final da tarde. Para pulverização, foram utilizados borrifadores manuais. O volume aplicado de extrato foi de 1 L para cada cinco plantas.

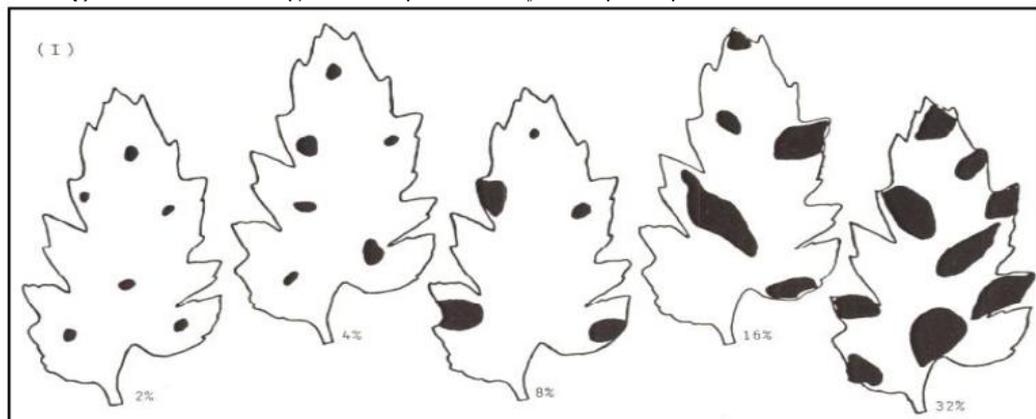
Figura 4 - Área de tomateiros utilizada para experimento no campo. Fazenda Vista Alegre, Capim Branco, Minas gerais.



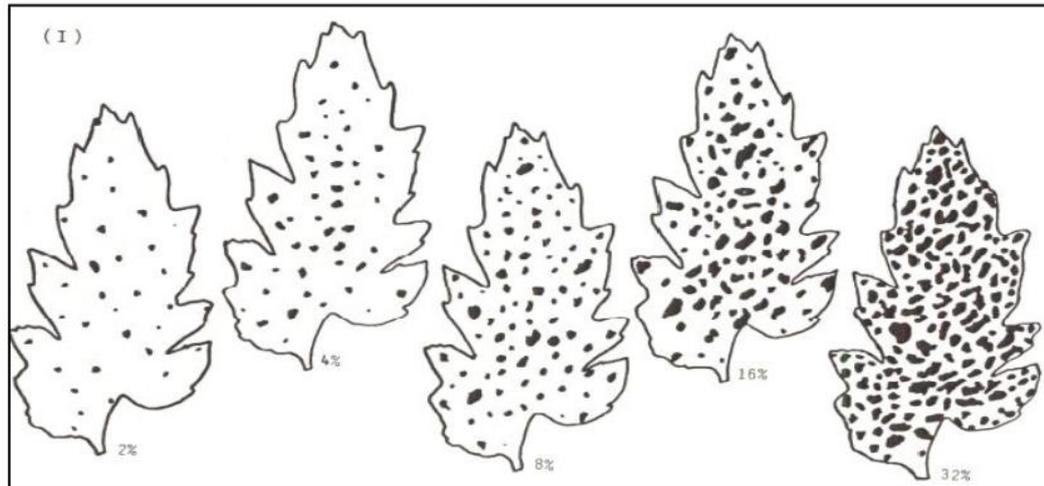
Fonte: Autores, 2015.

A avaliação da severidade das doenças Pinta preta e Mancha-de-estenfílio nas folhas do tomateiro foi realizada visualmente. Foram escolhidas folhas na parte baixa dos tomateiros para avaliação da pinta preta e para mancha-de-estenfílio foram usadas as folhas da parte alta dos tomateiros. Para essa avaliação foi utilizada uma escala diagramática (Boff; Zambolim; Vale, 1991) onde foram dadas notas de 1 a 5 onde: 1 correspondeu a 2% de manchas nas folhas; 2 = a 4% de mancha nas folhas; 3 = a 8% de mancha nas folhas; 4 a 16% de mancha nas folhas; 5 = a 32% de mancha nas folhas (Figura 5 e 6). As avaliações da severidade da pinta preta e mancha-de-estenfílio foram realizadas uma vez na semana, totalizando quatro avaliações durante o experimento. No início da aplicação dos extratos, algumas folhas dos tomateiros já apresentavam manchas de Pinta Preta e mancha-de-estenfílio em fase inicial, com severidade de 2%.

Figura 5 - Escala diagramática para avaliação da pinta preta em folhas de tomateiro.



Fonte: Boff; Zambolim; Vale (1991).

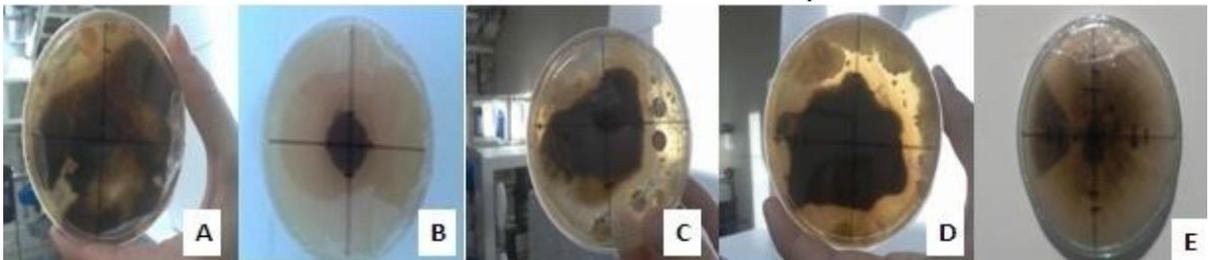
Figura 6 - Escala diagramática para avaliação da mancha-de-estenfilio em folhas de tomateiro

Fonte: Boff; Zambolim; Vale (1991).

Para a avaliação da produtividade dos tomateiros de acordo com a ocorrência da doença, realizou-se a contagem e pesagem de todos os frutos comercializáveis por planta de cada tratamento, em colheitas realizadas uma vez na semana.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

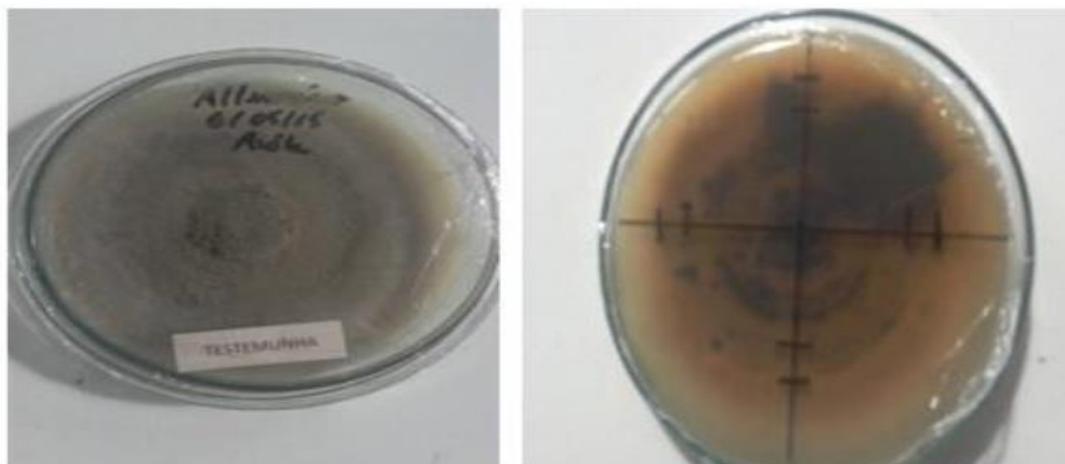
Observou-se a presença de contaminantes nas placas com as diferentes concentrações de extratos nos diferentes tratamentos, possivelmente provenientes da não esterilização ou filtragem bacteriológica dos extratos de funcho previamente a serem adicionados no meio de BDA já autoclavado. O objetivo desta forma de tratamento era aproximar-se de uma metodologia adequada as condições do agricultor, que não configuraria a esterilização prévia do extrato de planta em uso de forma prática. Dos quatro tratamentos das diferentes concentrações de extratos, foi observado que mesmo após as quatro datas de avaliações, que a concentração de 10% apresentou maior eficiência, conferindo a inibição quase total do crescimento micelial de *Alternaria* sp. (Figura 7).

Figura 7 - Efeito dos tratamentos nas concentrações de 5% (A) ,10%(B), 15%(C), 20 % (D), sobre o crescimento da colônia de *Alternaria* sp.

Fonte: Autores, 2015.

Enquanto na testemunha, somente BDA, observou-se que toda a placa foi colonizada pelo patógeno (Figura 8), nas demais concentrações observou-se efeito parcial do extrato sobre o patógeno. Indicando o potencial do uso de extrato de funcho para o controle da *Alternaria sp.*

Figura 8 - Testemunha do teste *in vitro*. Placa totalmente colonizada por *Alternaria sp.*



Fonte: Autores, 2015.

Foram relatadas em vários estudos a evidência de atividades antibacterianas e antifúngicas de Funcho (Ruberto *et al.*, 2000; Araque; Rojas; Usubillaag, 2007; El-Adly; Abada; Gharib, 2007; Soyly *et al.*, 2007). De acordo com os resultados de estudos de Pedroso *et al.* (2009) utilizando extratos de louro, alho, manjeriço e arruda, foi indicado que *Alternaria solani* é suscetível à exposição a extratos vegetais com propriedades fungitóxicas, sendo que pequenas concentrações (10%) do produto botânico, já são suficientes para inibição do crescimento micelial do patógeno.

Com relação ao efeito do extrato de Funcho sob a sanidade da variedade Seriguela no campo, observou-se que ao longo das avaliações por meio de escala diagramática que a severidade tanto da Pinta Preta como da mancha-de estenfilio aumentou, não diferindo entre os tratamentos. Em ambos os casos a severidade chegou a 32% na última avaliação. Mesmo atacadas por essas doenças em níveis altos de severidade, observou-se que os tomateiros continuaram produzindo frutos. Segundo o agricultor Marcone, quando o plantio é feito fora da época ideal de cultivo, entre outono e inverno, observa-se o aparecimento de problemas fitossanitários. A produtividade dessa variedade diminuiu em aproximadamente 40% nesta época, mas mesmo assim é visto como bom negócio devido o tomate Seriguela ser um dos mais caros do mercado. De acordo com as avaliações no campo, a média de produção de frutos por planta de todos os tratamentos nas quatro avaliações durante um mês somente, foi de 33,8 frutos (Tabela 1). Indicando que a produção total deveria ter sido avaliada durante o ciclo da planta.

Tabela 1 – Média da produção de frutos por planta de todos os tratamentos em quatro avaliações.

Tratamento (%)	Número total médio de frutos/planta	Peso total médio (g) dos frutos /planta/data	Número médio de frutos comerciais/ planta/ data
0	29,2	28	2,6
10	38	34	3,6
20	30,4	13	1,4
30	37,6	43,6	5,2
Média dos tratamentos	33,8	29,65	3,2

Datas das avaliações: 30/10/2015; 06/11/2015; 13/11/2015; 20/11/2015.

Fonte: Autores, 2015.

De acordo com Kimati (1997), várias doenças do tomateiro só podem ser controladas eficientemente quando se adota um programa de manejo integrado adequado, envolvendo o uso de cultivares resistentes e a adoção de medidas de exclusão, erradicação e proteção. Além disso, deve ser adotado um conjunto de medidas preventivas de controle, tais como tratamento de sementes, rotação de culturas com gramíneas para eliminar ou reduzir a fonte de inóculo, evitar áreas de baixadas ou locais sujeitos à neblina e áreas próximas a culturas mais velhas, adubação equilibrada e utilização de matéria orgânica (Lopes *et al.*, 2000).

4 CONCLUSÃO

Com relação aos testes com extratos aquosos de Funcho, a diluição a 10% foi eficiente na inibição do crescimento de *Alternaria* sp. *in vitro*. No campo mesmo com a aplicação dos extratos, estes não impediram o avanço da severidade Pinta Preta conjuntamente com a Mancha-de-estenfílio na variedade Seriguela. Isto pode ser atribuído à falta de adjuvante na solução dos extratos e à aplicação tardia nas plantas, que já estavam apresentando sintomas.

REFERÊNCIAS

BARROS, L.; CARVALHO, M. A.; FERREIRA, R. F. C. The nutritional composition of fennel (*Foeniculum vulgare*): Shoots, leaves, stems and inflorescences. **Food Science and Technology**, v. 43, p. 814-818, 2010.

BOFF, P.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. Escalas para avaliação de severidade de mancha de estenfílio (*Stemphylium solani*) e da pinta preta (*Alternaria solani*) em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 16, n. 3, p. 280-283, 1991.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005. 412 p.

MIRANDA, L. **Cresce a variedade de alimentos mais saudável**. Jornal O Estado de S. Paulo, São Paulo, 19 nov. 2001.

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

ROCHA-JÚNIOR, W. F. R. *et al.* Avaliação de contratos: uma abordagem utilizando a Análise Fatorial de Correspondência. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 455-480, 2008.

SANTOS, M. C. A.; SILVA, T. **Avaliação do mercado de frutas e hortaliças embaladas minimamente processadas, orgânicas e desidratadas na capital de Minas Gerais.** Contagem: CEASAMINAS/MG, 2010. 113 p.

CAPÍTULO 11

CONTROLE BIOLÓGICO NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE *Oryza sativa* L.

Robson Eduardo Pereira Monteiro   

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Gabriela Barbosa de Freitas Monteiro   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Mariana Tamires da Silva   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Matheus Carneiro Nascimento   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Hilderlande Florêncio da Silva   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Edcarlos Camilo da Silva   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Maria Silvana Nunes   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Jakeline Florêncio da Silva   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Matheus Henrique Cardoso de Araújo   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Luciana Cordeiro do Nascimento   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.692 

Resumo: O arroz é uma cultura de grande importância mundial e nacional, no entanto sua produção pode ser afetada pela incidência de doenças, principalmente as fúngicas. Com isso, objetivamos determinar o efeito de produtos comerciais a base de *Trichoderma* spp., *Bacillus* sp. e *Beauveria* sp. na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Oryza sativa* L. O experimento foi realizado na Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. Foram utilizadas sementes de arroz, as quais foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1: Vacciplant[®]; T2: Shocker[®]; T3: Trichoturbo[®]; T4: Auin[®]; T5: Ecotrich[®]; T6: Testemunha (ADE); T7: Captan[®] (imersas por cinco minutos). Foi determinada a qualidade sanitária das sementes pelo blotter test para identificação de fungos e a qualidade fisiológica por meio do teste de germinação. Ao final do experimento, foram avaliadas o comprimento e massa seca da raiz e parte aérea. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Foram identificados sete gêneros fúngicos associados as sementes de *O. sativa*. Foi observado uma maior incidência de *Aspergillus* sp (30%), seguida por *Fusarium* sp (11%) e *Penicillium* sp. (8,5%). O tratamento com o Shocker[®], apresentou inibição completa de todos os fungos. Todos os tratamentos utilizados apresentaram influências positivas sobre a qualidade fisiológica das sementes de *O. sativa*.

Palavras-chave: Arroz. Controle alternativo. Fitopatógenos. Patologia de sementes.

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.), pertencente à família *Poaceae*, é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo por ser um alimento base e importante para alimentação. O seu cultivo pode ser por meio do sistema irrigado por inundação como também por terras altas, no qual é caracterizado pelo plantio em épocas de alta pluviosidade (Oliveira *et al.*, 2023; Pereira *et al.*, 2022).

O continente asiático abrange os maiores produtores de arroz no mundo, entretanto o maior produtor fora do continente asiático é o Brasil, onde produziu mais de 10 milhões de toneladas de arroz e ocupou a 9ª posição da produção mundial em 2023, no qual o estado de maior produção é o Rio Grande do Sul (Oliveira *et al.*, 2023; IBGE, 2022). Entretanto, a cultura do arroz é afetada por diversas doenças causadas por vários patógenos, como fungos, bactérias, vírus e nematoides, no qual compromete a qualidade e a produção do grão (Chaibub, 2018).

As principais doenças da cultura do arroz são a escaldadura, causada pelo fungo *Monographella albescens*, a mancha parda, causada por *Cochliobolus miyabeanus* e a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* Cav. na fase assexuada ou pelo fungo *Magnaporthe oryzae* B. Couch em sua fase sexuada. A brusone é considerada uma das mais destrutivas da cultura por atacar todas as fases de desenvolvimento do arroz e por ocorrer em todas as áreas que produzem a cultura. Seus sintomas surgem como pequenas lesões necróticas com coloração acinzentada, mas com o avanço da doença pode provocar a morte da planta (Pereira *et al.*, 2022; Chaibub, 2018).

A principal forma de entrada em uma área da maioria dos patógenos que causam doenças no arroz é pela semente (Pereira *et al.*, 2022). Desta forma, manter a qualidade sanitária das sementes é um fator fundamental para o planejamento da produção e para a prevenção de doenças que podem afetar desde o vigor e germinação da semente como também a produtividade e a planta. A

busca por alternativas para o tratamento de semente tornou-se intensa devido à preocupação com os impactos causados pelos fungicidas, principalmente de como o uso desses produtos podem contribuir com o aumento da pressão de seleção dos fitopatógenos provocando o surgimento de patógenos resistentes (Pinho *et al.*, 2019).

Com isso, uma das alternativas para o tratamento de sementes é o uso de produtos biológicos visando o controle de fitopatógenos por meio de agentes antagonistas e de seus mecanismos de ação, no qual não prejudiciais para o homem e o meio ambiente (Zonta *et al.*, 2022; Pinho *et al.*, 2019). Neste sentido, com esse estudo, objetivou-se determinar o efeito de produtos comerciais a base de *Trichoderma* spp. *Bacillus* sp. e *Beauveria* sp. na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Oryza sativa* L.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia, pertencente à Universidade Federal da Paraíba, Campus II – Areia, na Paraíba. Foram utilizadas sementes de arroz, cedidas pelo laboratório de Grandes Culturas, Campus II – Areia, Paraíba. As sementes adquiridas foram transportadas para o laboratório para a realização do experimento, sendo essas beneficiadas manualmente e desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1% por 3 minutos.

As sementes de *O. sativa* foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1: Vacciplant[®] (0,66 mL 100 mL⁻¹); T2: Shocker[®] (0,19 g 100 mL⁻¹); T3: Tricho turbo[®] (0,33 mL 100 mL⁻¹); T4: Auin[®] (0,68 mL 100 mL⁻¹); T5: Ecotrich[®] (0,83 g 100 mL⁻¹); T6: Testemunha (ADE - água destilada esterilizada); T7: Captan[®]. (240 g/100 kg de sementes). Para todos os testes as sementes foram imersas nos tratamentos por cinco minutos.

A avaliação sanitária das sementes e a identificação dos patógenos se deu a partir da incubação das sementes em papel filtro “Blotter test” (Brasil, 2009). Foram utilizadas 200 sementes por tratamento, sendo 20 repetições de 10 sementes cada. As sementes tratadas foram dispostas em placas de Petri contendo dupla camada de papel filtro estéril umedecidos com água destilada esterilizada e mantidas sob condições de incubação em temperatura de 25±2°C, sob fotoperíodo de 12 h, durante sete dias. A identificação dos fungos presentes nas sementes foi realizada com auxílio de microscópio óptico, comparando às descrições presentes na literatura (Seifert *et al.*, 2011). Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de sementes infectadas.

Foram realizadas avaliações de qualidade fisiológica das sementes utilizando os mesmos tratamentos mencionados. O teste de germinação ocorreu a partir da utilização de 200 sementes, subdivididas em 4 repetições de 50 sementes. As sementes foram distribuídas em duas folhas de papel “germitest”, coberta com uma terceira e organizadas em forma de rolos, umedecido com

água destilada esterilizada equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos foram colocados em sacos plásticos transparentes a fim de evitar a perda de água por evaporação, sendo acondicionados em câmara de germinação BOD a $25\pm 2^\circ\text{C}$ com fotoperíodo de 12h. As sementes germinadas foram contabilizadas em intervalo de 24 horas até o 14º dia (Brasil, 2009).

A primeira contagem foi realizada de forma simultânea ao teste de germinação, no qual foram contadas as sementes germinadas no 5º dia após a semeadura (Brasil, 2009). Para determinar a porcentagem de germinação utilizou-se o cálculo: $\%G = (N2/N1) \times 100$, onde $\%G$ = porcentagem de plântulas germinadas, $N2$ = número de plântulas germinadas e $N1$ = número de sementes semeadas.

O comprimento e a massa seca das plântulas foram realizados após o teste de germinação. Realizou-se a medição do comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CRA) das plântulas para cada tratamento, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, onde os resultados encontrados foram expressos em centímetros. Posteriormente, as raízes e partes aéreas das plântulas foram submetidas à secagem em estufa a 65°C por 48 horas para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (SMRA). O material foi pesado em balança analítica de precisão (0,0001 g) e os resultados encontrados foram expressos em gramas por plântula.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de qualidade sanitária foram identificados sete gêneros fúngicos associados às sementes de *Oryza sativa* L. (Tabela 1). Constatou-se a incidência de *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Chaetomium* sp., *Curvularia* sp., *Phytophthora* sp. e *Colletotrichum* sp.

Tabela 1 - Incidência de fungos em sementes de *Oryza sativa* L. tratadas com produtos biológicos.

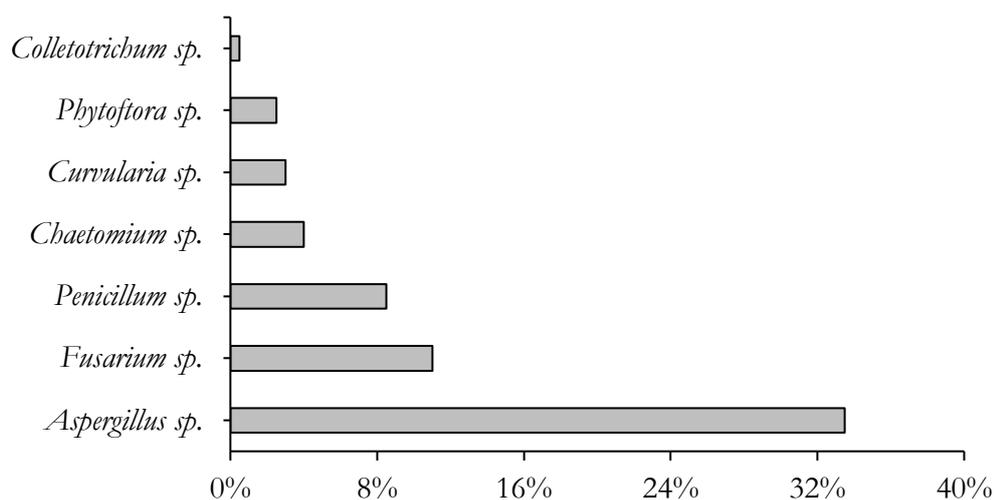
Tratamento	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Chaetomium</i> sp.	<i>Curvularia</i> sp.	<i>Phytophthora</i> sp.	<i>Colletotrichum</i> sp.
Vacciplant	4,50 ab	1,50 ab	3,00 ab	0,50 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Shocker	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
TrichoTurbo	1,00 b	2,00 ab	0,50 bc	0,50 a	1,00 a	0,00 a	0,50 a
Auin	3,50 b	1,50 ab	0,00 c	1,50 a	2,00 a	1,50 a	0,00 a
Ecotrich	5,00 ab	1,00 b	0,00 c	0,00 a	0,00 a	0,50 a	0,00 a
Testemunha	19,50 a	5,00 a	5,00 a	1,50 a	0,00 a	0,50 a	0,00 a
Captan®	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
CV (%)	45,09	33,58	26,97	30,19	27,82	23,22	11,78

Médias com as mesmas letras não se diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

Foi observado uma maior incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* (30%), seguido por *Fusarium* (11%) e *Penicillium* (8,5%) com maiores representações (Figura 1). *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., se destacam como um dos principais fungos de armazenamento, os quais, apesar de não serem patogênicos às plântulas, podem influenciar na deterioração das sementes, podendo levar a perda de vigor, em sua qualidade (Nóbrega; Nascimento, 2020; Pinto, 2021).

Figura 1 - Incidência geral dos fungos associados as sementes de *Oryza sativa* L.



Fonte: Autores, 2024.

Observou-se também a incidência de fungos que invadem as sementes ainda no campo e podem sobreviver sem afetar sua viabilidade, podendo ser facilmente disseminados para outras áreas e infectar as plântulas, como a exemplo de *Fusarium* sp., o qual pode ficar latente no solo por anos (Souza; Nascimento, 2015). *Fusarium* sp., é o responsável pela fusariose, a qual é uma das principais doença que causa sérios danos na cultura do arroz, podendo ocasionar manchas nos grãos, perda de rendimento, redução da germinação e até morte das plântulas (Scheidt *et al.*, 2019), além de seu potencial de produzir micotoxinas prejudiciais aos animais e ao homem (Toledo, 2018; Prestes *et al.*, 2019). Observou-se uma redução significativa na incidência de *Fusarium* sp. quando comparado com a testemunha, principalmente nos tratamentos com Shocker® e Ecotric®, se mostrando eficiente, ambos têm como base o fungo *Trichoderma* utilizado no controle biológico.

Quando tratadas com os produtos biológicos, as sementes apresentaram uma menor incidência de fungos, principalmente para o tratamento com Shocker®. Este fato pode estar relacionado a composição destes produtos, haja vista serem a base de *Bacillus*, *Trichoderma* e *Beauveria*, os quais podem apresentar atividade direta sobre fungos fitopatogênicos, como a antibiose, interação antagônica envolvendo metabólitos secundários difusíveis de baixo peso molecular ou

antibióticos nocivos aos fitopatogênicos, bem como a competição por substrato, que é o fator mais importante para o estabelecimento dos fungos na busca por espaço e nutrientes (Cruz *et al.*, 2022)..

Em relação a qualidade fisiológica das sementes de *Oryza sativa* L, para a variável germinação (tabela 2), observou-se que os tratamentos com uso de controle biológico apresentaram maiores porcentagens de germinação, diferindo estatisticamente da testemunha.

Tabela 2 - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Oryza sativa* L. submetidas a diferentes produtos biológicos.

Tratamento	G (%)	MSPA (g)	MSRA (g)	CPA (cm)	CRA (cm)
Vacciplant®	89,50 ± 0,83 a	0,02 ± 0,00 b	0,09 ± 0,00 ab	10,74 ± 0,11 ab	11,47 ± 0,37 a
Shocker®	87,50 ± 1,48 a	0,02 ± 0,00 b	0,09 ± 0,00 ab	10,37 ± 0,40 ab	8,32 ± 0,12 bc
TrichoTurbo®	84,35 ± 0,49 a	0,03 ± 0,00 a	0,08 ± 0,00 b	11,55 ± 0,38 a	8,62 ± 0,27 b
Auin®	84,50 ± 1,92 a	0,03 ± 0,00 a	0,09 ± 0,00 a	9,58 ± 0,36 b	8,80 ± 0,45 b
Ecotrich®	86,00 ± 1,87 a	0,03 ± 0,00 a	0,09 ± 0,00 ab	11,22 ± 0,16 a	7,18 ± 0,09 c
Testemunha	73,33 ± 1,08 b	0,02 ± 0,00 b	0,09 ± 0,00 a	10,22 ± 0,12 ab	8,87 ± 0,24 b
Captan®	84,50 ± 1,92 a	0,02 ± 0,00 b	0,09 ± 0,00 a	11,66 ± 0,36 a	8,97 ± 0,15 b
CV (%)	4,03	9,40	4,65	6,42	7,04

Médias com as mesmas letras não se diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

O vigor das sementes influencia todo o aspecto germinativo, que vai desde a germinação, velocidade, uniformidade, comprimento e massa de plântulas (Carvalho *et al.*, 2012). Sementes que expressam um alto vigor asseguram uma boa qualidade as plantas quando submetidas a qualquer situação, como por exemplo a algum tratamento (Oliveira *et al.*, 2015). O comprimento tanto da raiz quanto da plântula é importante para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes (Silva *et al.*, 2016). Além disso, é vale ressaltar que plântulas com maior comprimento geralmente são consideradas mais vigorosas, pois sementes fortes tendem a resultar em plantas com um crescimento mais acelerado devido à maior translocação de reservas dos tecidos de armazenamento para o desenvolvimento do eixo embrionário (Carvalho; Nakagawa, 2012; Borin, 2017).

A eficiência de tratamentos químicos tem sido registrada em várias pesquisas, como destacado por Souza (2003) e Chitarra (2009). Esses produtos desempenham um papel crucial no controle de doenças que afetam as plantas, oferecendo uma forma eficaz de combate a pragas que podem prejudicar o desenvolvimento saudável das culturas. No entanto, os tratamentos químicos também podem acarretar efeitos nocivos a planta. Entre esses efeitos, destaca-se a potencial criação de resistência por parte das doenças-alvo aos fungicidas utilizados.

Esse fenômeno pode resultar em desafios adicionais para os agricultores, que podem precisar recorrer a métodos alternativos de controle (Araújo, 2021). Souza (2019) destaca a importância de uma gestão integrada de doenças, que envolva não apenas o uso de produtos

químicos, mas também práticas culturais, rotação de culturas e o desenvolvimento de variedades resistentes.

4 CONCLUSÃO

O controle sanitário de sementes é de grande importância para evitar a introdução de diversos patógenos em áreas de produção na qual ainda não há ocorrência; os tratamentos utilizados exerceram influência na redução da incidência de fungos nas sementes de *Oryza sativa*; o tratamento com o produto comercial Shocker® a base de *Bacillus* sp. e *Trichoderma* sp. inibiu completamente a presença de fungos; todos os tratamentos utilizados influenciaram positivamente nos parâmetros fisiológicos das sementes e plântulas de *O. sativa*.

Agradecimentos e financiamento

Agradecimentos a Universidade Federal da Paraíba, CNPq e CAPES por todo apoio para a elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. R. S.; SARMENTO, W. D.; SANTOS, P. A.; SANTOS, S. F. Controles alternativos aplicados a fitopatologia em sementes. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, v. 5, n. 4, p. 14-24, 2021.
- CARVALHO, C. S. M. *et al.* Applicability of the use of waste from different banana cultivars for the cultivation of the oyster mushroom. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 43, n. 2, p. 819-826, 2012;
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.
- CHAIBUB, A. A. **Caracterização do agente de controle biológico *Cladosporium* spp. na cultura do arroz de terras altas**. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2018.
- CHITARRA, L. G.; GOULART, A. C. P.; ZORATO, M. F. Tratamento de sementes de algodoeiro com fungicidas no controle de patógenos causadores de tombamento de plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 168-176, 2009.
- NASCIMENTO, I. O.; RODRIGUES, A. A.; ANDRADE, K. S.; CUNHA, W. L.; MORAES, F. H.; SOUSA, F. A. Microbiolização de sementes de arroz com *Bacillus* spp. na redução de patógenos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e189108138-e189108138, 2020.
- OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **InterSciencePlace**, v. 1, n. 4, 2015.

OLIVEIRA, J. V.; ZANFRA, J. A.; MARTINS, J. F.; SANTOS, R. A.; LIMA, V. B.; BARROS, M. R.; GONÇALVES, A. H. Incidência de patógenos associados a sementes das cultivares de arroz BRS A 706 CL e BRS Pampeira submetidas à assepsia em câmara úmida. **Research, Society and Development**, v. 12 n. 14, e53121444461, 2023.

PEREIRA, D. D.; SILVA, I. M.; MARTINS, W. S.; MURASHI, C. T.; SANTOS, G. R.; DOURADO, D. P.; OLIVEIRA, A. G.; CARVALHO, L. C.; MENDES, W. D.; SOBRINHO, C. A. M. Efeito do silício na redução da severidade da brusone na cultura do arroz: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v.11, n.16, e13111637730, 2022.

PINHO, R. S. C.; POZZEBON, B. C.; CALVANO, C. C.; VEY, R. T.; HAJAR, A. S.; RODRIGUES, B. M.; RODRIGUES, K. R. Bioprospecção de rizobactérias para o controle in vitro de *Pyricularia grisea*, tratamento de sementes e promoção de crescimento de plântulas de arroz. **Biotemas**, v. 32, n. 3, p. 23-34, 2019.

SILVA, M. S. B.; RODRIGUES, A. A.; OLIVEIRA, L. J. M.; SILVA, E. K. C.; PEREIRA, T. S. Sanidade de sementes de arroz, biocontrole, caracterização e transmissão de *Curvularia lunata* em semente-plântula de arroz. **Revista Ceres**, v. 61, p. 511-517, 2014.

SILVA, R. S.; FOGAÇA, J. J. N. L.; MOREIRA, E. S.; PRADO, T. R.; VASCONCELOS, R. C. Morfologia e produção de feijão comum em função da aplicação de bioestimulantes. **Revista Scientia Plena**, v. 12, n. 10, p. 1-7, 2016.

SOUSA, L. F. B.; MELO, A. Benefícios da *Moringa oleifera* para a saúde humana e meio ambiente. **Revista Faculdade Saberes**, v. 4, n. 7, p. 472-484, 2019.

SOUZA, A. A.; BRUNO, R. L. A.; ARAÚJO, E.; BRUNO, G. B. Micoflora e qualidade fisiológica de sementes do algodoeiro tratadas com fungicidas químicos e extrato de aroeira. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 56-64, 2003.

ZONTA, J.; ABREU, G.; SANTIAGO, C.; NOGUEIRA, L.; FONTES, M.; MELO, P. A. F. R.; RODRIGUES, A. **Qualidade de sementes de arroz de produção e uso próprios por agricultores familiares no Estado do Maranhão**. Embrapa Cocais, Maranhão, 2022.

CAPÍTULO 12

MICROBIOLIZAÇÃO DE SEMENTES DE *Capsicum annuum* L. COM EXTRATOS AQUOSOS DA FUNGICULTURA

Robson Eduardo Pereira Monteiro   

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Gabriela Barbosa de Freitas Monteiro   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Rayane Nunes Gomes   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Hilderlande Florêncio da Silva   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Lays Klécia Silva Lins   

Universidade Federal da Paraíba – UEPB, Paraíba, Brasil

Paulo Cássio Alves Linhares   

Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Paraíba, Brasil

Edcarlos Camilo da Silva   

Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Paraíba, Brasil

Analberto Ian de Oliveira Nascimento   

Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Paraíba, Brasil

Matheus Henrique Cardoso de Araújo   

Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Paraíba, Brasil

Luciana Cordeiro do Nascimento   

Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Paraíba, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.693 

Resumo: O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertence à família Solanaceae, é uma cultura de grande importância econômica, social e ambiental. No entanto seu cultivo e produção podem ser afetados por doenças que podem inviabilizar toda a produção e comercialização. Substratos alternativos aos fungicidas, como extratos da fungicultura, tem demonstrado eficiência no controle de fungos e proteção de plantas. Deste modo, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência dos extratos dos cogumelos shimeji, shitake, reish e seus respectivos substratos gastos, na qualidade de sementes de pimentão. O experimento foi realizado em parceria com o Laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação, pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba. Os tratamentos utilizados foram extratos aquosos dos cogumelos shitake (CLE), reish (CGL), substrato gasto de shimeji (SPO), shitake (SLE) e reish (SGL), substrato sem o cultivo de cogumelos (SIN), fungicida Captana® e testemunha (água destilada esterilizada). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Foram identificados oito gêneros fúngicos associados as sementes de pimentão. O gênero *Aspergillus* spp., foi o que apresentou maior expressão. Os extratos provenientes da fungicultura se destacaram como agentes de biocontrole dos fungos, além de influenciarem positivamente nos parâmetros fisiológicos das sementes e plântulas.

Palavras-chave: Cogumelos. Patologia de sementes. Pimentão. Tratamento alternativo.

1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertencente à família Solanaceae, é uma planta nativa das Américas, apresentando funcionalidade nutracêutica, com a presença de nutrientes, proteínas, vitaminas, fibras, minerais, além de propriedades medicinais devido à existência de fitoconstituíntes como fenóis, flavonoides e outros metabólitos secundários (Batiha *et al.*, 2020; Guilherme *et al.*, 2020). Segundo a FAO (2022), para o ano de 2022 a produção de pimentão e pimentas (*Capsicum annuum* L.) foi superior a 36 milhões de toneladas com destaque para a China com uma produção de mais de 17 milhões de toneladas. Já no Brasil, a produção de pimentão para o ano de 2021 foi superior a 200 mil toneladas, com um mercado avaliado em mais de 54 milhões de reais, demonstrando a valorização desta cultura (IBGE, 2017).

No entanto, um dos principais fatores limitantes no cultivo de pimentões são as doenças, com destaque para a antracnose (*Colletotrichum* spp.), fusariose (*Fusarium* spp.), requeima (*Phytophthora capsici*), murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) entre diversas outras (Sharma *et al.*, 2022). Estes patógenos podem infectar todas as partes da planta, desde as sementes até os frutos já formados, causando sérios danos, inviabilizando a produção e comercialização (Ahmad *et al.*, 2022; Go *et al.*, 2019).

O uso de produtos alternativos ao uso de fungicidas tem demonstrado eficácia no controle de doenças, como o uso de óleos essenciais (Olinto *et al.*, 2023), uso de antagonistas (Moura *et al.*, 2022), como também extratos de cogumelos (Wisetsai *et al.*, 2023), os quais possuem propriedades que agem diretamente sobre o patógeno ou induzem a planta a ativar seus mecanismos de defesa.

Com a expansão da fungicultura, setor que engloba o cultivo de cogumelos, tem gerado uma grande quantidade de substrato gasto pós-cultivo, tido como rejeito da produção, o qual se destaca como matéria prima funcional, apresentando propriedades biológicas com potencialidade atuante no controle de fitopatógenos, como também com ação nos mecanismos de defesa das plantas (Cruz *et al.*, 2019). Com isso, buscou-se avaliar o efeito de extratos aquosos da fungicultura na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em cooperação com o Laboratório de Fitopatologia (LAFIT) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, Paraíba. As sementes foram obtidas a partir de pimentões da variedade “All Big”, os quais foram provenientes de produtor familiar, proveniente da zona rural do município de Areia-PB. Foi realizada a assepsia em hipoclorito de sódio 1% por três minutos.

Foram utilizados os cogumelos Shimeji (*Pleurotus ostreatus*), Shitake (*Lentinula edodes*) e Reish (*Ganoderma lucidum*) e seus respectivos substratos gastos provenientes de cultivo axênico em bagaço de cana de açúcar e serragem. Os cogumelos e seus respectivos substratos gastos (SGC), foram secos em estufa de circulação de ar à 65°C até peso constante. Após secagem, foram triturados em moinho de facas (1 mm) e armazenados em sacos herméticos para posterior uso.

Para a obtenção do extrato aquoso dos cogumelos e dos substratos, o pó seco recebeu ADE (água destilada estéril) (14 mL/g), e após 24 h de incubação à 4 °C, a suspensão foi filtrada em gaze e centrifugada a 20.000 g por 25 minutos. O sobrenadante foi novamente filtrado em filtro Whatman 1 sob condições de assepsia, os extratos foram armazenados à -4 °C para posterior utilização (Fiori *et al.*, 2022).

Os tratamentos foram compostos pelos extratos aquosos T1- Cogumelo Shimeji (CPO), T2 - Cogumelo Shitake (CLE), T3 - Cogumelo Reish (CGL), T4- Substrato Shimeji (SPO), T5- Substrato Shitake (SLE), T6 - Substrato Reish (SGL), T7- Substrato in natura (sem o cultivo de cogumelos) (SIN), todos na concentração de 10% (100 mL L⁻¹) diluídos em ADE, T8 - Fungicida Captan[®] (240 g/100 Kg de semente) (FGC) e T9 - Testemunha (ADE) (TST). Imersas nos tratamentos por cinco minutos.

Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram distribuídas em placas de Petri (90 x 15 mm) contendo dupla camada de papel filtro esterilizado e umedecido com ADE e mantidas à 25 ± 2 °C, durante sete dias. Para a detecção dos fungos associados às sementes foi realizada a visualização com o auxílio de microscópio óptico e comparação com literatura especializada

(Seifert; Gams, 2011) e os resultados expressos em percentagem de sementes infectadas para cada fungo identificado (Brasil, 2009).

Foi utilizado papel Germitest[®] previamente esterilizado em estufa a 160 °C por uma hora e umedecido com ADE na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Após a semeadura, as sementes foram embaladas nos papéis no formato de rolo, acondicionados em sacos plásticos transparentes e em seguida, incubadas em câmara de germinação do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) regulada à temperatura de 25 °C ± 2 e luz alternada (12 h de luz branca fluorescente/12 h de escuro).

As avaliações foram realizadas diariamente, do quarto ao décimo segundo dia após a semeadura, considerando sementes germinadas aquelas que apresentaram sistema radicular com pelo menos 2 mm de comprimento e os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009). Foram determinadas o percentual de germinação (%G), porcentagem de sementes germinadas em relação ao número total de sementes e o índice de velocidade de germinação (IVG) através de contagens diárias, a partir da germinação da primeira semente até o momento em que o estande permaneceu constante e o índice determinado de acordo com Maguire (1962).

Ao término do teste de germinação, realizou-se a medição do comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CPR) das plântulas normais para cada tratamento, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula. Para o teor da matéria seca da raiz (MSRA) e parte aérea (MSPA) das plântulas, as mesmas foram separadas, acondicionadas isoladamente em sacos de papel Kraft e secas em estufa a 65 °C até obtenção de peso constante (48 h). As amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, e os resultados expressos em g/plântula.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). O teste de sanidade consistiu em vinte repetições, sendo a unidade experimental composta por uma placa com dez sementes por tratamento, enquanto que os testes de germinação e emergência foram realizados em quatro repetições de cinquenta sementes por tratamento. A análise estatística foi realizada com o software Sisvar 5.6. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Scott – Knott, ao nível de 5% de probabilidade. A incidência de patógenos foi transformada em $(\sqrt{x+1})$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de qualidade sanitária foram identificados oito gêneros fúngicos associados às sementes de *Capsicum annuum* (Tabela 1). Constatou-se a incidência de *Aspergillus* spp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp. e *Nigrospora* sp.

O gênero *Aspergillus* ocorreu em todos os tratamentos, com exceto no tratamento com fungicida (FGC). Os tratamentos que apresentaram uma maior redução de *Aspergillus* spp., foram os extratos do cogumelo shimeji e os substratos gastos pós-cultivo de shimeji, shitake e reish, sendo semelhante estatisticamente ao fungicida e diferente da testemunha.

Tabela 1 - Incidência de fungos em sementes de *Capsicum annuum* L. tratadas com extratos aquosos da fungicultura.

Tratamento	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Colletotrichum</i> sp.	<i>Curvularia</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.
CPO	1,50 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 a	0,50 a	0,50 a	0,00 a
CLE	12,50 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,50 a	0,50 a	0,50 a	0,00 a
CGL	6,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	1,00 a	0,00 a	0,00 a	0,50 a
SPO	0,50 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 a	0,50 a	0,00 a	0,00 a
SLE	1,50 b	0,00 b	0,50 b	0,00 b	0,00 a	0,50 a	0,50 a	0,50 a
SGL	3,50 b	0,00 b	0,50 b	0,00 b	0,50 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
SIN	3,00 b	0,00 b	0,00 b	0,50 b	0,00 a	0,50 a	0,50 a	0,00 a
FGC	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
TST	13,00 a	5,00 a	3,00 a	3,00 a	1,00 a	0,50 a	0,00 a	0,50 a
CV (%)	41,13	30,62	25,21	23,21	23,19	22,30	20,18	20,15

CPO: cogumelo shimeji; CLE: cogumelo shitake; CGL: cogumelo reish; SPO: substrato shimeji; SLE: substrato shitake; SGL: substrato reish; SIN: substrato in natura; FGC: fungicida (240 g 100kg⁻¹); TST: testemunha (água destilada estéril). Os extratos foram diluídos na concentração de 10%. Médias com as mesmas letras não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knot ($P \leq 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

Observou-se também a incidência de fungos que infectam as sementes ainda no campo, como o *Fusarium* sp. e *Colletotrichum* sp., os quais podem sobreviver sem afetar sua viabilidade, podendo ser facilmente disseminados para outras áreas e infectar novas plantas (Souza; Nascimento, 2015). Todos os extratos utilizados apresentaram ação contra *Fusarium* sp., diferindo estatisticamente da testemunha, apresentando semelhanças com o fungicida (Tabela 1). Fungos do gênero *Fusarium*, podem ocasionar podridão nas raízes, colo e hipocótilo, comprometendo desta forma todo o sistema vascular das plântulas, causando desta forma sérios problemas quanto a absorção de água e nutrientes e levar a morte da planta (Marcenaro; Valkonen, 2016).

Comportamento semelhante também foi observado para *Colletotrichum* sp., no qual não apresentou crescimento nas sementes tratadas com extratos testados, diferindo estatisticamente da testemunha, na qual observou-se expressão do fungo. *Colletotrichum* sp., pode ocasionar danos em diferentes estágios de desenvolvimento da planta, mas principalmente em frutos, causando a antracnose (Sharma *et al.*, 2022) e causar sérios danos, inviabilizando a produção e comercialização (Ahmad *et al.*, 2022).

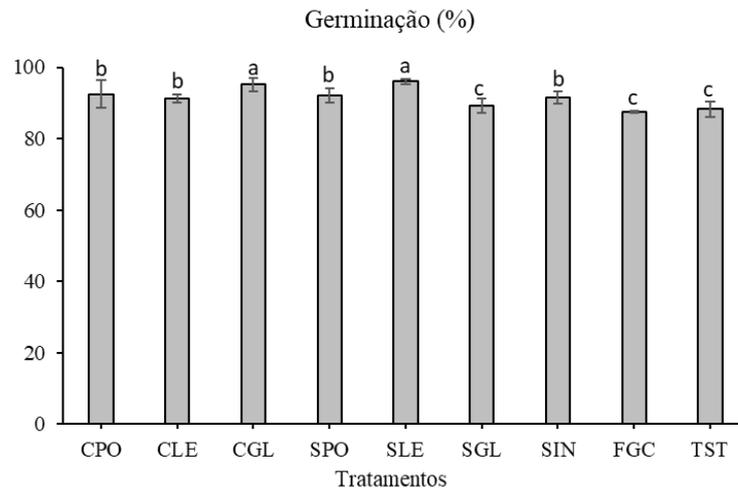
O uso de fungicidas sintéticos tem sido eficiente no controle de doenças de plantas causadas por fungos fitopatogênicos (Deresá; Diriba, 2023). No entanto, seu uso contínuo e muitas das vezes errôneo, tem causado grandes prejuízos tanto no meio ambiente com a contaminação dos

solos, rios, fauna e flora, além de promover o surgimento de cepas de fitopatógenos resistentes a fungicidas (Lima *et al.*, 2023).

Os resultados observados neste estudo, demonstram a importância do tratamento de sementes. Extratos aquosos provenientes da fungicultura, como os cogumelos shimeji, shitake e reish e seus respectivos substratos gastos, possuem diferentes fitoquímicos e constituintes bioativos como esteróides, terpenóides, fenóis, flavonóides entre outros (Cruz *et al.*, 2019), os quais exercem ação antibacteriana e antifúngica, que atuam na proteção contra danos oxidativos podem agir diretamente sobre o patógeno ou no aumento da imunidade das plantas (Fiori *et al.*, 2022).

Quanto a qualidade fisiológica das sementes de *C. annuum*, para a variável germinação (Figura 1), observou-se que os tratamentos com extratos dos cogumelos, shimeji, shitake e reish e os substratos gasto de shimeji e shitake, apresentaram maiores porcentagens de germinação, sendo diferentes dos demais tratamentos, como também do fungicida e da testemunha, diferindo estatisticamente.

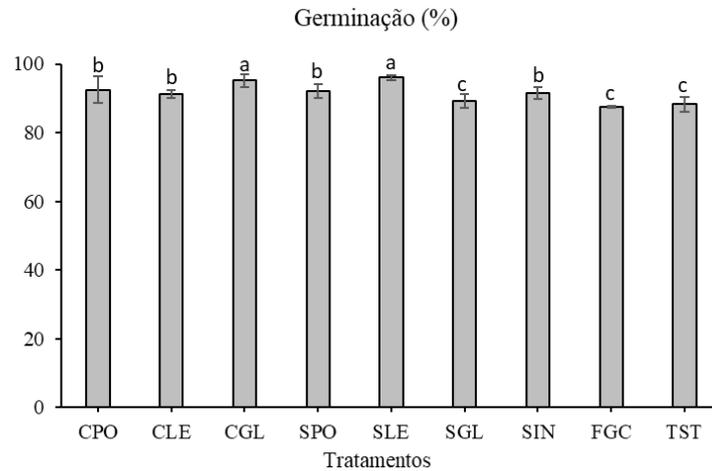
Figura 1 - Porcentagem de germinação de sementes de *Capsicum annuum* L. submetidas a diferentes tratamentos com extratos provenientes da fungicultura.



CPO: cogumelo shimeji; CLE: cogumelo shitake; CGL: cogumelo reish; SPO: substrato shimeji; SLE: substrato shitake; SGL: substrato reish; SIN: substrato in natura; FGC: fungicida (240 g 100 kg⁻¹); TST: testemunha (água destilada estéril). Os extratos foram diluídos na concentração de 10%. Médias com as mesmas letras não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knot ($P \leq 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) (Figura 2), verificou-se que os tratamentos com o cogumelo shimeji foi o que proporcionou maior índice, seguido pelos tratamentos com os extratos do cogumelo shimeji e substrato gasto de shitake com diferenças estatísticas, quando comparado com fungicida e a testemunha.

Figura 2 - Porcentagem de germinação de sementes de *Capsicum annum* L. submetidas a diferentes tratamentos com extratos provenientes da fungicultura.

CPO: cogumelo shimeji; CLE: cogumelo shitake; CGL: cogumelo reish; SPO: substrato shimeji; SLE: substrato shitake; SGL: substrato reish; SIN: substrato in natura; FGC: fungicida (240 g 100 kg⁻¹); TST: testemunha (água destilada estéril). Os extratos foram diluídos na concentração de 10%. Médias com as mesmas letras não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knot ($P \leq 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

Para as variáveis massa seca da raiz e parte aérea, observou-se diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados ($p < 0,05$). Para a massa seca da raiz, os tratamentos com extratos dos cogumelos shitake (CLE), reish (CGL) e seus respectivos substratos gastos (SLE e SGL), foram semelhantes ao fungicida e testemunha.

Observa-se que nenhum dos tratamentos influenciou significativamente no comprimento da raiz (tabela 2) e para a massa seca da parte aérea, apenas o tratamento com extrato do cogumelo shimeji (CPO) apresentou valor inferior que os demais tratamentos.

Tabela 2 - Avaliação de qualidade fisiológica (germinação) de sementes de *Capsicum annum* L., submetidas a diferentes extratos aquosos da fungicultura.

Tratamento	CRA	CPA	MSRA	MSPA
CPO	6,44 ± 0,25 a	6,00 ± 0,55 c	0,02 ± 0,00 b	0,01 ± 0,00 b
CLE	4,49 ± 0,76 b	8,83 ± 0,88 a	0,03 ± 0,00 a	0,02 ± 0,00 a
CGL	4,14 ± 0,06 c	7,17 ± 0,47 b	0,03 ± 0,00 a	0,02 ± 0,00 a
SPO	4,49 ± 0,11 b	7,39 ± 0,23 b	0,02 ± 0,00 b	0,02 ± 0,00 a
SLE	4,13 ± 0,15 c	6,06 ± 0,24 c	0,03 ± 0,00 a	0,02 ± 0,00 a
SGL	3,97 ± 0,07 c	6,44 ± 0,18 c	0,03 ± 0,00 a	0,02 ± 0,00 a
SIN	4,33 ± 0,07 b	6,78 ± 0,41 b	0,03 ± 0,00 a	0,02 ± 0,00 a
FGC	3,92 ± 0,08 c	6,97 ± 0,29 b	0,03 ± 0,00 a	0,02 ± 0,00 a
TST	4,30 ± 0,09 b	7,45 ± 0,29 b	0,03 ± 0,00 a	0,02 ± 0,00 a

CPO: cogumelo shimeji; CLE: cogumelo shitake; CGL: cogumelo reish; SPO: substrato shimeji; SLE: substrato shitake; SGL: substrato reish; SIN: substrato in natura; FGC: fungicida (240 g 100 kg⁻¹); TST: testemunha (água destilada estéril). Os extratos foram diluídos na concentração de 10%. Médias com as mesmas letras não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knot ($P \leq 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

O vigor das sementes tem influência marcante sobre todo o aspecto germinativo, que vai desde a germinação, velocidade, uniformidade, comprimento e massa de plântulas (Carvalho *et al.*, 2012). Sementes que apresentam um alto vigor são consideradas um fator chave, para assegurarem um ótimo suporte das plantas quando condicionadas a qualquer situação, como por exemplo submetidas a algum tratamento (Oliveira *et al.*, 2015).

O comprimento da raiz quanto da plântula, são essenciais, pois objetivam complementar os testes referentes à qualidade fisiológicas das sementes (Silva *et al.*, 2016). Outro fato importante, é que as plântulas que expressam os maiores valores em relação ao comprimento são tidas como mais vigorosas, partindo do princípio que sementes com vigor elevado, originam plantas com alta taxa de crescimento, em decorrência maior translocação de reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário (Carvalho; Nakagawa, 2012; Borin, 2017).

4 CONCLUSÃO

O controle sanitário de sementes é de grande importância para evitar a introdução de diversos patógenos em áreas de produção na qual não há ocorrência de doenças; os extratos provenientes da fungicultura se destacaram como agentes de biocontrole dos fungos observados neste estudo, principalmente *Aspergillus* spp.; todos os extratos da fungicultura foram semelhantes ou superiores a testemunha, influenciando positivamente nos parâmetros fisiológicos das sementes e plântulas de pimentão.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A. *et al.* Assessing fusarium oxysporum disease severity in cotton using unmanned aerial system images and a hybrid domain adaptation deep learning time series model. **Biosystems Engineering**, v. 237, p. 220–231, 2024.
- ABDELKHALIK, A. *et al.* Effects of deficit irrigation on the yield and irrigation water use efficiency of drip-irrigated sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under Mediterranean conditions. **Irrigation Science**, v. 38, n. 1, p. 89–104, 2020.
- AHMAD, A. *et al.* Decontamination of seed borne disease in pepper (*Capsicum annuum* L.) seed and the enhancement of seed quality by the emulated plasma technology. **Scientia Horticulturae**, v. 291, p. 110568, 2022.
- AHMAD, I. *et al.* Therapeutic values and nutraceutical properties of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*): A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 134, p. 123–135, 2023.
- ARORA, H. *et al.* Thyme-licorice nanoemulsion for anthracnose management in *Capsicum annuum* L. and life cycle assessment of its production. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 56, p. 103029, 2024.

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

BAENAS, N. *et al.* Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. **Food Chemistry**, v. 274, p. 872–885, 2019.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análises de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária.** Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 4 ed. Jaboticabal: Funep, 2012.

CRUZ, M. P. *et al.* Bioactive Compounds of *Ganoderma lucidum* Activate the Defense Mechanisms of Soybean Plants and Reduce the Severity of Powdery Mildew. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 13, p. 99, 2019.

CRUZ, J. M. F. DE L. *et al.* Microbiolization of cowpea seeds with commercial strains of *Trichoderma asperellum* and *T. harzianum*. **Revista Ceres**, v. 69, n. 5, p. 613–618, 2022.

CRUZ, M. P. *et al.* *Ganoderma lucidum* mycelial growth filtrate and the mycelial extract increase defense responses against *Septoria* leaf spot in tomato. **Biological Control**, v. 173, p. 105002, 2022.

DERESA, E. M.; DIRIBA, T. F. Phytochemicals as alternative fungicides for controlling plant diseases: A comprehensive review of their efficacy, commercial representatives, advantages, challenges for adoption, and possible solutions. **Heliyon**, v. 9, n. 3, p. e13810, 2023.

DIHAZI, A. *et al.* Proteome analysis of an aggressive and a hypoaggressive isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* showing several differently expressed-proteins related to the aggressiveness. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 116, p. 101738, 2021.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 20 fev. 2024.

FATUNSIN, O. T. *et al.* Dietary risk assessment of organophosphate and carbamate pesticide residues in commonly eaten food crops. **Scientific African**, v. 8, p. e00442, jul. 2020.

FAZAELI, H. *et al.* Recycling of mushroom compost wheat straw in the diet of feedlot calves with two physical forms. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 3, n. 3, p. 3, 2014.

FIGUEIREDO, Á.; SILVA, A. C. E. Atividade “in vitro” de extratos de *Pycnoporus sanguineus* e *Lentinus crinitus* sobre o fitopatógeno *Fusarium* sp. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 1, p. 1–8, 2014.

FIORI, C. C. L. *et al.* Mushroom extract induces resistance in passion fruit and in vitro control of *Xanthomonas axonopodis* pv. *Passiflorae*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 1–15, 2022.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science, Madison**, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MARCENARO, D.; VALKONEN, J. P. T. Seedborne pathogenic fungi in common bean (*Phaseolus vulgaris* cv. INTA Rojo) in Nicaragua. **Plos One**, v. 11, n. 12, p. 1-18, 2016.

ROCHA, F. DA S. *et al.* Caracterização de *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, produção de fitotoxina e incidência da fusariose no norte de Minas Gerais. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 1, p. 67–72, 2016.

RODRIGUES, B.; COQUEIRO, D. S. O.; DI PIERO, R. M. Propolis and *Lentinula edodes* extracts can control the angular leaf spot of strawberry by different mechanisms. **Journal of Plant Pathology**, v. 103, n. 3, p. 799–808, 2021.

SAINI, T. J. *et al.* Effect of pungency levels of *Capsicum* spp. fruits on tolerance to anthracnose. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 116, p. 101720, 2021.

SÁNCHEZ, J. E.; ROYSE, D. J. **La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp.** Chiapas, México: ECOSUR, México, 2017.

SCHEDENFFELDT, B. F. *et al.* Toxicity assessment of commercial herbicide formulations to *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) in oxisols. **Chemosphere**, v. 350, p. 141118, 2024.

SEIFERT, K. A.; GAMS, W. The genera of Hyphomycetes – 2011 update. **Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 27, n. 1, p. 119–129, 2011.

SHARMA, G. *et al.* First report of *Colletotrichum aenigma* and *C. perseae* causing anthracnose disease on *Capsicum annuum* in Israel. **Crop Protection**, v. 152, p. 105853, 2022.

SINGH, C.; VYAS, D. Use of *Ganoderma lucidum* extract to elevate the resistance in chickpea against the *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 56, n. 8, p. 605–624, 2023.

SINGH, G. *et al.* Bioformulation development via valorizing silica-rich spent mushroom substrate with *Trichoderma asperellum* for plant nutrient and disease management. **Journal of Environmental Management**, v. 297, p. 113278, nov. 2021.

TAVARES, R. D. A. Caracterização agrônômica de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). Araras, SC, 2023. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Federal de Santa Catarina, Araras, 2023.

TRECHA, C.; LOVATTO, P.; MAUCH, C. Entraves do cultivo convencional e as potencialidades do cultivo orgânico do pimentão no Brasil. **Revista Thema**, v. 14, n. 3, p. 291–302, 2017.

VASCONCELOS, C. V. *et al.* Etiologia e sintomatologia de *Colletotrichum acutatum* em frutos de *Solanum gilo*: uma breve revisão. **Revista de Biotecnologia & Ciência**, v. 7, n. 1, p. 41–49, 2018.

VIEGAS, R. M. DA S. **Avaliação da resistência varietal e do acibenzolar-s-metil no controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas euvesicatoria*) em *Capsicum annuum*.** Dissertação - Morrinhos, GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2016.

WISETSAI, A.; JADSADAJERM, S.; BUA-ART, S. Antiphytopathogenic activity of the bioluminescent mushroom *Neonothopanus nambi* against root-rot disease. **Natural Product Research**, p. 1-4, 2023.

YANPING, T. *et al.* Evaluation of Medicinal Plant Extracts for Rice Blast Disease Control. **Rice Science**, v. 30, n. 1, p. 6–10, 2023.

ZÁRATE-SALAZAR, J. R. *et al.* Use of lignocellulosic corn and rice wastes as substrates for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) cultivation. **Applied Sciences**, v. 2, n. 11, p. 1904, 2020.

ZHANG, B. *et al.* Extraction, structure and bioactivities of the polysaccharides from *Pleurotus eryngii*: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 150, p. 1342–1347, 2020.

CAPÍTULO 13

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DA MATÉRIA SECA E ANÁLISE QUÍMICA DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* Schumach.) EM DIFERENTES PERÍODOS DE CORTE

Bento Gil Uane   
Universidade Púngué

Olga Lurdes Jossias Fafetine   
Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

José Manuel Saúte   
Direção de Ciências Animais

DOI: 10.52832/wed.115.694 

Resumo: O estudo foi realizado na Estação Zootécnica de Chobela, durante o período chuvoso. Foram avaliados três cortes: 30, 45 e 60 dias, em área de 450m². Avaliou-se produtividade da massa fresca, da matéria seca, a altura das plantas e análise química. Utilizou-se Teste Tukey para comparação das médias, com 5% de significância. Os diferentes cortes apresentaram correlação positiva ($P < 0,05$) em todas as variáveis analisadas. Em relação a matéria seca, não houve diferença significativa entre os cortes de 30 e 45 dias, comparados ao corte de 60 dias, com correlação fortemente positiva. Na massa fresca, as médias aos 30 e 45 dias diferiram com a da média aos 60 dias, não apresentando uma correlação fortemente positiva. Na variável altura, verificou-se que aos 60 dias a média foi de 150 cm, evidenciando períodos de corte mais longos resultam em maior altura e, maior produção de massa fresca. Na análise química, a matéria seca e os minerais mostraram comportamento linear, enquanto o FDA e a FDN tiveram comportamento quadrático, indicando período ótimo de corte para química ideal aos 45 dias, com regressão $R^2=1$. Portanto, o momento ideal para o corte e uso do capim elefante no período chuvoso é aos 60 dias.

Palavras-chave: Bromatologia. Crescimento. Forragem. Idades.

1 INTRODUÇÃO

As plantas forrageiras desempenham um papel fundamental ao fornecer os nutrientes essenciais para a manutenção, crescimento e produção dos ruminantes. Ao selecionar a gramínea adequada para integrar o sistema de produção, é crucial considerar as condições climáticas e do solo da região, sem negligenciar aspectos como produtividade e valor nutricional (Lima *et al.*, 2020). Em Moçambique, a prática de cultivar forragem é ainda pouco comum, levando muitos agricultores a dependerem exclusivamente de forragem nativa, a qual frequentemente não é suficiente, especialmente durante a estação seca. A dependência das pastagens locais sempre representou um desafio para a produção pecuária, dada a escassez de pastagens durante esse período (Saúl, 2016).

De acordo com Hendrickx *et al.* (2015), os pecuaristas enfrentam desafios para suprir a demanda alimentar do gado, principalmente devido à dificuldade em manter níveis adequados de qualidade e quantidade de alimentos. Segundo estudos recentes, o valor nutricional do capim forrageiro está diretamente ligado à sua idade de corte. À medida que a planta envelhece, ocorrem mudanças na estrutura e composição química, resultando em uma redução na qualidade nutricional. De acordo com uma pesquisa realizada por Silva e Cunha (2003), o aumento da idade de regeneração do capim forrageiro está associado a uma diminuição na digestibilidade, teor de proteína e valor energético, afetando diretamente a sua utilização como alimento para ruminantes.

Conforme observado por Queiroz-Filho (2000), tanto as gramíneas quanto outras espécies forrageiras apresentam variações em sua produtividade, morfologia e composição química à medida que envelhecem. Em geral, à medida que o intervalo entre os cortes aumenta, a digestibilidade da proteína, hemicelulose e biomassa diminui, enquanto o teor de fibras, lignina e celulose, assim como a produtividade, aumentam. Portanto, intervalos de corte mais longos são mais adequados para a produção de energia, enquanto intervalos mais curtos são preferíveis para a alimentação

animal. Diante disso, avaliou-se a produtividade da massa fresca, da matéria seca, a altura das plantas e análise química.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

O estudo foi conduzido na Estação Zootécnica de Chobela (EZC), no período compreendido entre setembro de 2018 e abril de 2019. Situada no interior do Distrito de Magude, a aproximadamente 10 km da Vila sede Magude, na região norte da Província de Maputo, a cerca de 150 km da capital Maputo. A EZC está localizada entre o Rio Incomáti, ao sul, e o Rio Tesatsen, ao norte, abrangendo uma área de aproximadamente 3500 hectares (IIAM, 2016).

2.2 Desenho experimental

A metodologia utilizada neste estudo baseou-se em um delineamento em blocos completamente casualizados. Foram aplicados três tratamentos distintos que correspondiam a diferentes períodos de cortes, e cada tratamento foi repetido seis vezes, totalizando 18 blocos experimentais.

A área total do local de estudo foi de 450 m², considerando apenas a área útil, sem levar em conta as perdas, que totalizaram 595 m². Cada parcela experimental ocupou uma área de 25 m², com dimensões de 5 m de comprimento por 5 m de largura. O espaçamento entre as linhas foi de 100 cm, enquanto o espaçamento entre as plantas foi de 80 cm. Os talhões foram separados por uma distância de 1 m, com teor de solos argilosos.

Essa abordagem experimental permitiu a avaliação dos três tratamentos em um arranjo estatisticamente robusto, garantindo a replicação adequada e minimizando possíveis efeitos de variação não controlada. Além disso, o tamanho das parcelas e o espaçamento entre plantas foram cuidadosamente definidos para otimizar a utilização da área de estudo e permitir uma análise precisados resultados obtidos.

A variedade do capim elefante usada no experimento foi *Pennisetum purpureum* Schumach. A variedade foi submetida aos seguintes períodos de corte, aos 30, 45 e 60 dias. Em cada talhão foi feita a medição da altura das plantas, a quantidade de massa verde e depois a seca.

2.3 Condução do experimento

Iniciou com a análises e preparação do solo, que incluiu a lavoura seguida de uma gradagem cuidadosa. Em seguida, os talhões foram delimitados e o ensaio foi estabelecido. Para a semeadura, foram utilizadas estacas de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) contendo pelo menos

duas a três gemas. Essas estacas foram colocadas nos sulcos, rente ao chão, a uma profundidade de 20 cm.

Durante o desenvolvimento da cultura, não foram realizadas sacha, ou seja, não houve a remoção de plantas daninhas concorrentes. Essa prática visou avaliar o desempenho do capim elefante sem a interferência de plantas indesejadas, permitindo uma análise mais específica do crescimento e produção da cultura.

Além disso, nenhuma pulverização foi realizada ao longo do experimento. Isso significa que não foram aplicados produtos químicos, como defensivos agrícolas, inseticidas ou fungicidas, durante o período de cultivo do capim elefante. Essa abordagem permite avaliar o desempenho da cultura em condições naturais, sem a influência de tratamentos químicos externos.

2.4 Variáveis a medir e coleta de dados

Ao realizar o experimento, foram realizadas diversas avaliações para analisar o desempenho e as características do capim elefante. Alguns dos parâmetros medidos incluíram o peso fresco da massa forrageira, o peso seco da massa forrageira, a altura da planta e a análise química por meio da matéria seca.

O peso fresco da massa forrageira foi medido para determinar a quantidade de material vegetal presente nas plantas no momento da colheita. O peso fresco das folhas foi determinado por meio de cortes rentes ao chão em cada talhão, utilizando ceifa, tesoura e catanas para remover a vegetação existente. Além disso, foram feitas seleção e retirada de infestantes de algumas leguminosas e gramíneas. As amostras foram então submetidas à pesagem em uma balança. Essa medida é importante para determinar a quantidade de biomassa vegetal presente nas folhas e avaliar a produtividade da cultura (Smith *et al.*, 2018).

Para a determinação do peso seco da massa forrageira, uma porção de 1 kg de massa fresca foi retirada e submetida à secagem em uma estufa a 65°C, por um período de 72 horas. Após a secagem, as amostras foram separadas em frações de folha (lâmina e bainha) e colmo, pesadas individualmente. Em seguida, as amostras foram moídas juntas e acondicionadas em frascos de vidro. A produção total de matéria seca por período foi calculada somando-se as produções obtidas em cada corte (Johnson *et al.*, 2020).

A altura da planta foi medida utilizando uma fita métrica antes dos cortes, e as medições foram realizadas em relação ao nível do solo. Conforme mencionado por Brown *et al.* (2019), a altura da planta é frequentemente utilizada como um parâmetro para avaliar o crescimento e o vigor das culturas forrageiras. Por fim, foi realizada uma análise química através da matéria seca. Segundo

Jones *et al.* (2017), a análise química é fundamental para avaliar o valor nutricional da forragem e sua adequação aos requisitos nutricionais dos animais.

2.5 Análises estatísticas

Os dados coletados, que incluem as coordenadas dos pontos amostrados, serão registrados na base de dados do Microsoft Office Excel 2007. Para realizar a comparação das médias, o Teste de Tukey foi empregado com um nível de significância de 5% de probabilidade de erro (Zar, 2010). Esse teste foi utilizado para verificar diferenças significativas entre as médias dos diferentes tratamentos, incluindo a quantidade de massa forrageira fresca e seca, a altura do corte e a composição química da forragem, como matéria seca (MS), minerais, proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2 Determinação da massa forrageira nos diferentes períodos de cortes (30, 45 e 60 dias)

Durante a avaliação dos diferentes períodos de corte do capim-elefante, a saber, aos 30, 45 e 60 dias, foram observados efeitos significativos para todas as variáveis analisadas, incluindo a altura da planta, a massa fresca e a massa seca (Tabela 1). Os resultados indicaram que o período de corte teve um impacto significativo na altura da planta, ou seja, houve diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes momentos de corte. Isso sugere que o estágio de crescimento do capim-elefante influencia diretamente o desenvolvimento da planta em termos de altura.

Tabela 1- Resumo do quadro de análise de variância das médias dos parâmetros de corte em diferentes períodos (30, 45 e 60 dias).

FV ¹	GL ²	H ³	MF ⁴ (kg ha ⁻¹)	MS ⁵ (kg ha ⁻¹)
PC ⁶	2	8078*	3122,2**	19525128***
CV ⁷		22,3	23,62	26,94
Média		110,58	23,15	2277,33

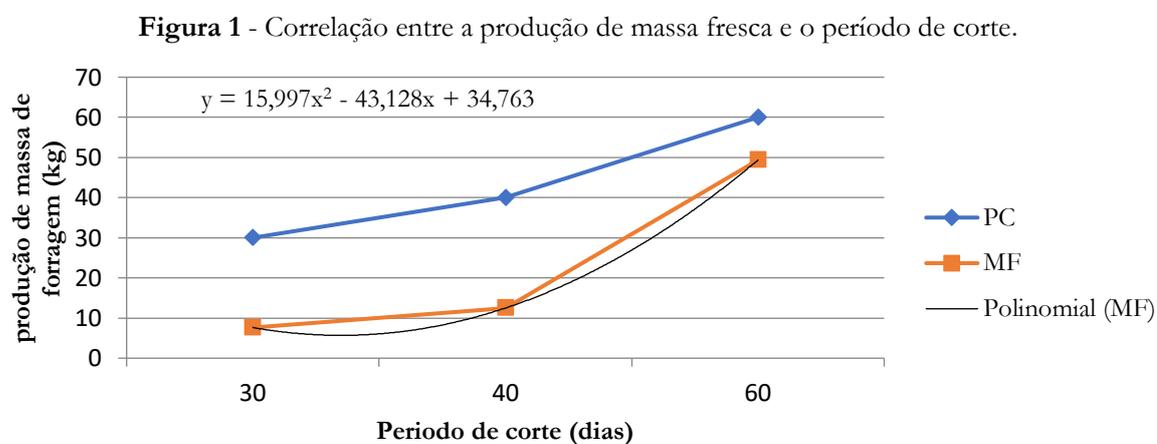
¹ Fonte de variação, ²Graus de liberdade, ³altura, ⁴Massa fresca, ⁵Massa seca, ⁶Período de corte, ⁷coeficiente de variância (*, ** e *** significativos a 0,05 de probabilidade).

Fonte: Autores, 2019.

A relação entre altura da planta, massa fresca e massa seca pode variar dependendo da espécie de forrageira, das condições ambientais, do manejo da cultura e de outros fatores. Um estudo realizado por Ribeiro *et al.* (2018) em capim-elefante destacou que a altura da planta apresentou correlação positiva com a massa fresca e a massa seca, indicando que o aumento da altura está associado a um maior acúmulo de biomassa e produção de matéria seca.

3.2 Massa fresca

Esta situação (Figura 1) evidência uma correlação significativamente positiva entre a produção de massa fresca e o período de intervalo entre cortes. Ou seja, quanto maior o tempo de espera entre os cortes, maior é a média de produção de massa fresca do capim-elefante, resultando em uma maior disponibilidade de forragem que diretamente influencia o encabeçamento.



Fonte: Autores, 2019.

Ao fazer o manejo da forragem, a frequência de corte afetará o rendimento e a qualidade da forragem colhida. O aumento da faixa de corte leva ao aumento da produção de matéria seca, porém, ao mesmo tempo, o valor nutricional da forragem produzida diminui (Queiroz-Filho *et al.*, 2000). Ao longo do ano, as variações na qualidade e produção da forragem desempenham um papel crucial na produtividade do rebanho bovino. É amplamente reconhecido que o aumento do intervalo entre cortes resulta em um aumento na produção de matéria seca (MS). No entanto, ao mesmo tempo, observa-se um declínio no valor nutritivo da forragem produzida (Queiroz-Filho *et al.*, 2000).

3.3 Comparação química em diferentes períodos de corte

As análises de variância revelaram que não houve efeito significativo nos diferentes períodos de corte quanto a composição química em todas as variáveis estudadas (Matéria seca, Minerais, Fibra detergente ácido, Fibra detergente neutro) de acordo com a análise de variância a 5% de probabilidade ($p > 0.05$), segundo ilustra a Tabela 2.

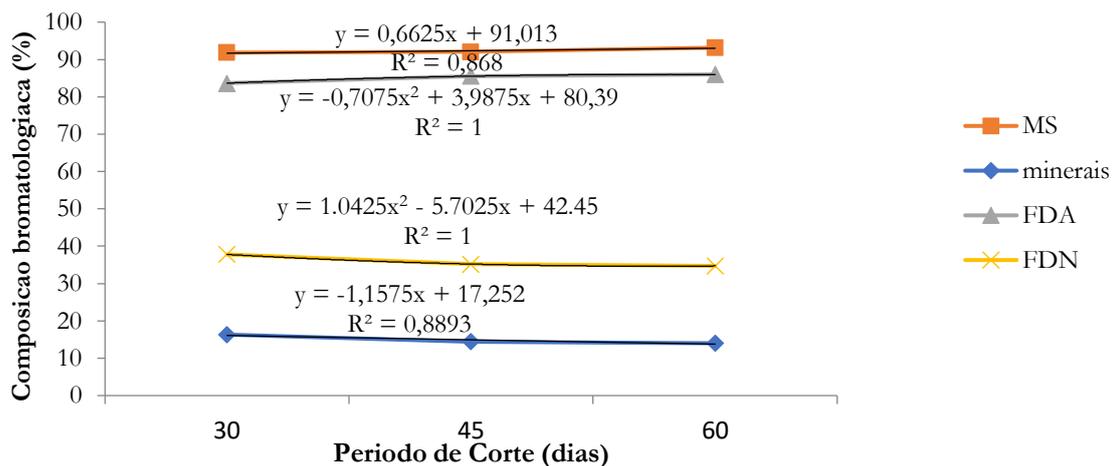
Tabela 2 - Resumo da análise de variância dos parâmetros de química nos períodos de corte.

FV ¹	GL ²	Quadrados Médios			
		MS ³	Minerais ⁴	FDA ⁵	FDN ⁶
PC ⁸	2	1.011 ^{ns*}	3.013 ^{ns**}	3.013 ^{ns***}	5.421 ^{ns****}
CV ⁹ (%)		1,49	9,33	1,64	2,28

¹ Fonte de variação, ² Grau de liberdade, ³ Matéria seca, ⁴ Minerais, ⁵ Fibra detergente ácido, ⁶ Fibra detergente neutro, ⁷ Período de corte, ⁸ coeficiente de variância (*, **, *** e **** não significativos a 0,05 de probabilidade).

Fonte: Autores, 2019.

A composição da forragem diminuirá com o envelhecimento da planta e mudará com diferentes partes da amostra da planta. Isso permite inferir que o rendimento por unidade de área validado em intervalos de corte maiores nem sempre significa melhor aproveitamento da forragem, mas o tipo de manejo aplicado em capim elefante pode melhorar ou piorar sua qualidade (Silva *et al.*, 2015). Segundo Silva *et al.* (2015) os componentes mais desejáveis na forragem diminuirão à medida que a planta envelhece e irão variar entre diferentes partes da amostra vegetal. Isso implica que um rendimento por unidade de área mais elevado, observado em intervalos de corte mais longos, nem sempre resultará em um aproveitamento superior da forragem.

Figura 2 - Regressão de análise química em função dos PC.

Fonte: Autores, 2019.

A Figura 2 ilustra o comportamento bromatológico em relação as variáveis analisadas (Matéria seca, Minerais, Fibra detergente ácido, Fibra detergente neutro) do capim elefante em diferentes PC, porém não foi possível determinar o melhor período de corte em termos de qualidade da forragem, que nos proporciona se uma melhor percentagem química, pois é sabido que altas percentagens químicas significam maior qualidade de forragem enquanto e baixas tendem a ter menor qualidade.

Além das alterações estruturais, observa-se uma diminuição no conteúdo celular e um aumento dos componentes da parede celular, como celulose, hemiceluloses e lignina, resultando em um espessamento da parede celular (Silva, 2015). Essas mudanças, tanto na estrutura quanto na composição química, levam a uma redução no valor nutricional das forrageiras à medida que avançam no estágio de maturação.

4 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, na EZC em Moçambique, observou-se que o melhor período de corte para a utilização do capim elefante é aos 60 dias. Visando obter uma maior quantidade de biomassa, proteína bruta e melhor valor nutricional e produtividade.

Ao analisar as variáveis químicas estudadas, como matéria seca, minerais, fibra detergente ácido (FDA) e fibra detergente neutro (FDN), observou-se que, independentemente dos períodos de corte, não houve diferenças estatisticamente significativas em sua composição. Isso indica que esses componentes químicos não foram afetados pelo estágio de crescimento do capim elefante.

No entanto, em relação à produtividade de proteína bruta, observou-se um padrão de comportamento quadrático decrescente para os períodos de corte de 30 e 45 dias, ou seja, a quantidade de proteína bruta diminuiu nesses estágios. Por outro lado, aos 60 dias de corte, a produtividade de proteína bruta foi crescente, indicando um aumento na quantidade desse nutriente na forragem.

Agradecimentos e financiamento

Ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (MCTES) e à Direção Científica da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), pelo financiamento.

REFERÊNCIAS

BROWN, D.; WIEDMEIER, R.; BATES, G. E. Forage Yield, Quality, and Stand Persistence of Perennial Grasses under Different Harvest Management Systems. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 6, p. 2920-2930, 2019.

QUEIROZ-FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. **Produção de massa seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) cultivar Roxo em diferentes períodos de corte**. 2000. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

HENDRICKX, S.; MAUTE, F.; CUNHETE, D. **Caracterização dos sistemas de produção e comercialização das carnes vermelhas no setor familiar nos corredores de Maputo e Limpopo em Moçambique: resultados do estudo de base**. Maputo, 2015. 120 p. Relatório técnico. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique.

IIAM - Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. **Plano Nacional de Pesquisa Agropecuária 2016-2021**. Maputo, Moçambique: IIAM, 2016.

JOHNSON, D. E.; BURNS, J. C.; FISHER, D. S. Forage yield and quality of teff (*Eragrostis tef*) in response to nitrogen fertilization. **Crop, Forage & Turfgrass Management**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2020.

JONES, D. L.; SHANNON, D.; MURPHY, D. V. Ten recommendations for advancing the assessment and use of soil microbial carbon markers. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 112, p. 1-4, 2017.

LIMA, R. S.; CARVALHO, F. F. R.; SILVA, F. F. Importância da seleção de gramíneas forrageiras na nutrição de ruminantes em sistemas de produção sustentáveis. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 42-53, 2020.

MAIA, I. S. A. D. S.; BRAGA, A. P.; GERRA, D. G. F.; JÚNIOR, D. M. D. L. Valor Nutritivo de Silagens de Capim-Elefante com Níveis Crescentes de Resíduo da Agroindústria da Acerola. **Acta Veterinária Brasília**, v. 9, n. 4, p. 154-160, 2015.

QUEIROZ, F. J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de Massa Seca e Qualidade do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 69-74, 2000.

RIBEIRO, A.; SILVA, J.; SANTOS, M.; OLIVEIRA, F. The Relationship Between Plant Height, Fresh Weight, and Dry Weight in Elephant Grass. **Journal of Forage Science**, v. 42, n. 3, p. 123-136, 2018.

SAÚL, E. **Seca no sul de Moçambique cada vez mais difícil de suportar**. Maputo, 2016. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-002/seca-no-sul-de-moçambique-cada-vez-mais-difícil-de-suportar/a-19163962>. Acesso em: 20 jul. 2024.

SILVA, G. P. *et al.* Efeito da idade de corte do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) na qualidade da silagem e no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 6, p. 209-215, 2015.

SILVA, S. C.; CUNHA, W. F. Métodos indiretos para estimar a massa de forragem em pastos de *Cynodon* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 215, 2003.

SMITH, R. G.; WATTS, D. B.; TORBERT, H. A. Soil organic carbon and nitrogen response to switchgrass harvest management in the southeastern USA. **Biomass and Bioenergy**, v. 110, p. 10-17, 2018.

STEEL, R. G.; TORRIE, J. H. **Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach**. McGraw-Hill, 1980.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Pearson Education, 2010.

CAPÍTULO 14

EFEITO DE DIFERENTES COMPOSTOS ORGÂNICOS SOBRE A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE DOIS TIPOS DE SOLO

Rafael Gustavo Ferreira Morales   

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Estação Experimental de Itajaí, Brasil

Rafael Ricardo Cantú   

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Estação Experimental de Itajaí, Brasil

Euclides Schallenberger   

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Estação Experimental de Itajaí, Brasil

Alexandre Visconti   

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Estação Experimental de Itajaí, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.695 

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a condutividade elétrica (CE) de dois tipos de solo adubados com quatro tipos de compostos orgânicos, ao longo de quatro ciclos sucessivos de alface em cultivo protegido. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos no fatorial 6x2, sendo eles: quatro compostos orgânicos (Frigorífico, Misto, CC-Comercial e CCA-Cama de Aves), solução nutritiva e água (testemunha); em dois tipos de solo (arenoso e argiloso). As plantas foram conduzidas em vasos de 5 litros. Foram realizadas seis amostragens para monitoramento da CE do solo. No primeiro cultivo pode-se observar que os quatro compostos aumentaram a CE até os 30 dias após a semeadura, com redução acentuada dos valores ao final do ciclo. Quando analisado o efeito ao longo dos quatro ciclos de cultivo, pode-se observar um aumento gradativo da CE até o terceiro ciclo de cultivo, de forma mais pronunciada para os tratamentos com CCA e CC. Com base nesses resultados pode-se concluir que o CCA e o CC tendem a salinizar o solo se utilizados com o intuito de fornecer todo o nitrogênio estimado para o ciclo de alface, com redução de valores de CE após três ciclos de cultivo.

Palavras-chave: Adubação. Alface. Fertilização Orgânica. Nitrogênio. Salinidade.

1 INTRODUÇÃO

A nutrição das hortaliças é um dos principais fatores que influenciam positivamente o sucesso do cultivo dessas plantas. O fornecimento adequado de nutrientes às plantas contribui, de forma significativa, para o aumento da produtividade das culturas e para a sanidade do cultivo. Assim sendo, a otimização da eficiência nutricional é fundamental para aumento da produtividade, redução do custo de produção, proteção dos cultivos contra pragas e doenças e manutenção da fertilidade do solo (Cantú *et al.*, 2020; Schallenberger *et al.*, 2016).

Em sistemas convencionais de cultivo, a nutrição das plantas é uma prática bastante estudada e de fácil realização, uma vez que há no mercado adubos minerais com as mais variadas concentrações de nutrientes, tanto na forma de adubos simples como associados a mais de um nutriente num mesmo fertilizante (Cantú *et al.*, 2020; Higashikawa *et al.*, 2022).

Isto permite o aporte dos nutrientes na exata quantidade e época exigida pela espécie, em função da sua exigência específica associada à fertilidade do solo. Contudo, no âmbito da agricultura orgânica, a oferta de adubos orgânicos é muito mais limitada, com poucas informações sobre a disponibilidade de nutrientes e, muitas vezes, com compostos advindos de processos mal dimensionados (Souza, 2015).

O estudo da influência da adubação com diferentes compostos orgânicos sobre a condutividade elétrica (CE) do solo auxiliará no entendimento do melhor manejo a ser adotado pelos agricultores, ajudando na correta tomada de decisão quanto ao uso de adubos orgânicos em cultivos sucessivos de hortaliças. Esta informação torna-se ainda mais importante quando a espécie

a ser cultivada é sensível ou moderadamente sensível à salinidade do solo, como é o caso da cultura da alface (Siqueira; Siqueira, 2013; Souza, 2015; Tanji, 1990). Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a CE de dois tipos de solo adubados com quatro tipos de compostos orgânicos, ao longo de quatro ciclos sucessivos de alface em cultivo protegido.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Epagri de Itajaí (Epagri/EEI), localizada no município de Itajaí, SC, durante os anos de 2021 e 2022. O local está situado a 26°56'33.1"S 48°45'31.6"W de Greenwich com altitude de 5m. De acordo com Köeppen, o clima do local é subtropical, do tipo Cfa com chuvas bem distribuídas e verão quente e úmido.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos no fatorial 6x2, sendo eles: 4 compostos orgânicos (Frigorífico, Misto, Comercial e Cama de Aves), solução nutritiva e água (testemunha); em dois tipos de solo (arenoso e argiloso). Para efeito de comparação foram conduzidos simultaneamente dois tratamentos testemunha, nos dois tipos de solo, sendo eles: a) sem qualquer tipo de adubo, usando somente água; e b) solução nutritiva própria para o cultivo de alface em hidroponia, com base na relação nutricional proposta por Furlani *et al.* (2009), com a equivalência do nitrogênio estimada na quantidade de N dos compostos. Em cada tratamento foram realizados quatro cultivos de alface, cultivar SCS 374 Litorânea, sendo o tratamento aplicado antes do primeiro cultivo, com a finalidade de avaliar o efeito residual dos tratamentos ao longo dos quatro cultivos.

As plantas foram conduzidas em vasos de 5 litros de capacidade, sobre bancadas, em abrigos de cultivo cobertos com plástico transparente, com 20% de difusão de luz, pé direito de 2,0m e cumeeira de 1,5m. Durante os quatro cultivos não foi necessária a aplicação de qualquer tratamento fitossanitário. No terceiro e quarto cultivo foi esticada uma tela termo refletora (aluminet 50%) sobre o cultivo, visando a melhor aclimação das plantas em períodos de muito calor. Os quatro cultivos de alface foram iniciados nas seguintes datas: 01/09/2021; 19/10/2021; 29/11/2021 e 20/01/2022, respectivamente.

Foram estudados quatro compostos orgânicos como fonte de nutrientes. O composto de resíduo da agroindústria frigorífica (CRAF), foi elaborado pela combinação de diferentes resíduos, buscando uma relação carbono e nitrogênio inicial de 22/1. A matéria prima para a elaboração do composto foram resíduos de abate de suínos e bovinos, como carcaça de animais, esterco sólido e resíduo da fábrica de ração, provenientes de frigoríficos. A tomada de decisão para finalização do processo foi com base nas características do composto relacionadas a relação C/N, próximo a 15, além da temperatura do fertilizante estar próxima à do ambiente, o que indica a estabilidade do

composto. O composto misto foi obtido pela compostagem de diversos resíduos de origem vegetal, como resto de poda de árvores, palhada de arroz, etc, na proporção de 3/4, com cama de aves (8 lotes), na proporção de 1/4, por meio de pilhas de compostagem estática, com revolvimento a cada 15 dias, até a estabilização da temperatura interna da pilha. O composto de cama de aves (CA) foi obtido por meio de pilhas estáticas de compostagem com 100% de CA (8 lotes), aeradas com sistema de ar forçado, com vazão de 5m³/h, com revolvimento da pilha a cada 15 dias, até a temperatura do fertilizante estar próxima à do ambiente, o que indica a estabilidade do composto. Por fim, o composto comercial foi adquirido numa casa agropecuária e foi elaborado por meio da compostagem de dejetos líquidos de suínos e maravalha, contudo, são escassas as informações sobre a sua composição e o processo para a obtenção do mesmo.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo e dos compostos para a caracterização química dos mesmos. Com base nestes resultados foram calculadas as doses de cada composto com base no teor de nitrogênio que cada composto possui em massa seca. Esta estratégia para comparação entre os diferentes adubos orgânicos fixando o teor de nitrogênio é aceita e comumente adotada pela comunidade científica.

A quantidade por vaso de 5 litros de composto farelado de Pamplona, Misto, comercial e Cama de Aves foi de 341 g, 250 g, 454 g e 300 g, respectivamente. No caso dos pellets, o qual foi reduzida a umidade para a correta extrusão dos compostos, as doses foram menores, sendo elas de 272 g, 246 g, 432 g e 282 g, respectivamente.

Foram realizadas medições de condutividade elétrica (CE) do solo antes da incorporação dos tratamentos, sendo esse considerado o momento zero. Foram realizadas outras seis amostragens para monitoramento da CE do solo, do primeiro ao quarto cultivo, sendo realizadas três amostragens no primeiro cultivo e uma amostragem ao final de cada ciclo nos três cultivos subsequentes. A CE foi estimada com equipamento da marca Thermo Electron Corporation, modelo Orion 5 Star, com duas casas decimais de precisão.

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância (teste F à 5%) e, quando significativos, os dados qualitativos (compostos e tipo de solo) foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e as diferentes épocas à regressões lineares e quadráticas ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os quatro compostos orgânicos avaliados, o de cama de aves (CCA) e o composto comercial (CC) foram os que resultaram em maior aumento da condutividade elétrica (CE) em termos gerais, com valores 1,9628 e 1,4264 mS/cm, respectivamente (Tabela 1). O composto de resíduo da agroindústria frigorífica (CRAF) e o composto misto (CM) apresentaram CE com

valores de 0,77 e 0,60 mS/cm, respectivamente (Tabela 1).

Em todos os tratamentos, inclusive na testemunha com água, a CE foi maior no solo argiloso do que no solo arenoso. Os menores valores de CE em solos arenosos é algo esperado, devido a baixa CTC desses solos, bem como a maior facilidade na lavagem de nutrientes.

O valor ideal da CE vai depender de uma série de fatores, como o tipo de solo, espécie vegetal que está sendo cultivada, fase de cultivo, época do ano, dentre outros fatores (Gomes *et al.*, 2011). De forma geral, valores abaixo de 0,5 mS/cm são considerados baixos e acima de 1,8 mS/cm são considerados altos. No caso da alface, Dias *et al.* (2005) estudaram a salinidade ocasionada por fertilizantes sintéticos e observaram que a partir de 1,5 mS/cm há redução da produção de massa fresca e seca da parte aérea, sendo esse o limite aceito pela planta antes de decrescer a produtividade.

A adubação com CA, que elevou a CE para 2,29 mS/cm no solo argiloso, ou seja, acima do tolerado pela cultura da alface, levou ao estresse nutricional, com redução do crescimento, esverdeamento, com conseqüente redução da produtividade. Por outro lado, valores médios de 0,49 mS/cm, tal como observado na adubação com CM em solo arenoso, pode ser considerado baixo para a alface e nesse patamar poderá resultar em plantas subdesenvolvidas, com coloração verde clara, o que resultará igualmente em redução da produtividade.

Tabela 1 - Valor médio da condutividade elétrica (CE), em dois tipos de solo, em função da adubação com diferentes compostos orgânicos.

Tratamento	Arenoso (mS/cm)		Argiloso (mS/cm)		Total (mS/cm)	
Solução Nutritiva (SN)	0,21	eB*	0,36	eA	0,29	E
Testemunha (Água)	0,09	fB	0,19	fA	0,14	F
Composto Res. Agroind.	0,65	cB	0,88	cA	0,77	C
Frigorífica (CRAF)						
Composto Comercial (CC)	1,18	bB	1,67	bA	1,43	B
Composto Misto (CM)	0,49	dB	0,70	dA	0,60	D
Composto de Cama de Aves (CCA)	1,63	aB	2,29	aA	1,96	A

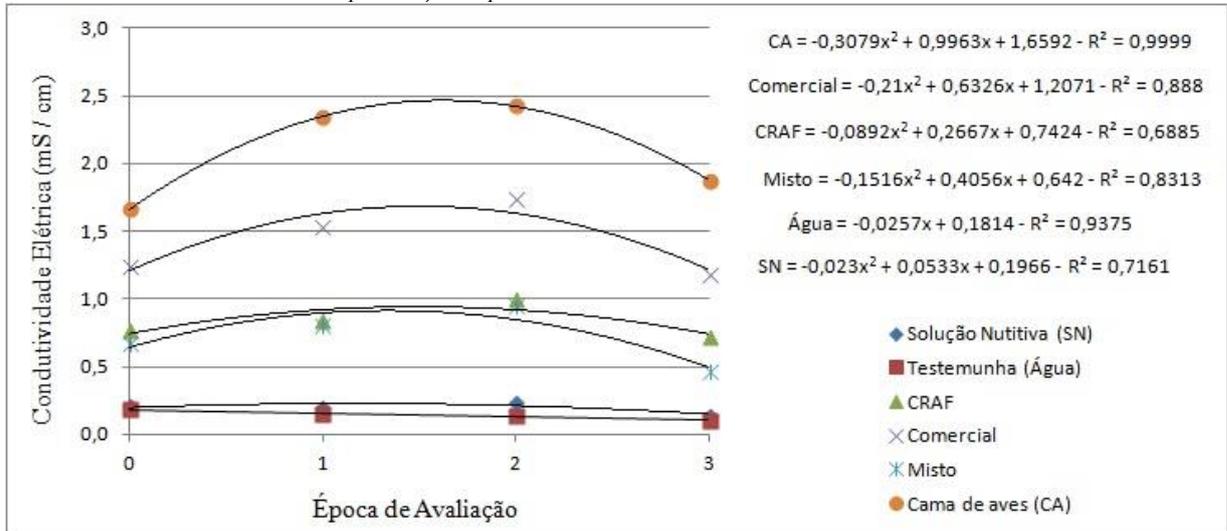
Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

No primeiro ciclo de cultivo de alface, pode-se observar que todos os quatro compostos apresentaram a tendência de aumento da CE até os 30 dias após a semeadura (DAS), com redução acentuada dos valores ao final do ciclo (Figura 1). O CCA foi o que apresentou o maior valor de CE, seguido pelo CC; o CRAF e CM apresentaram valores intermediários e similares entre si, bem como o tratamento com SN e a testemunha (água). Os baixos valores de CE da SN, comparável ao da água, ocorreu devido a quantidade de SN ser calculada para disponibilizar a mesma

quantidade de nitrogênio do que os compostos orgânicos, fato esse que resultou em menor quantidade de SN quando comparado a um sistema convencional de cultivo.

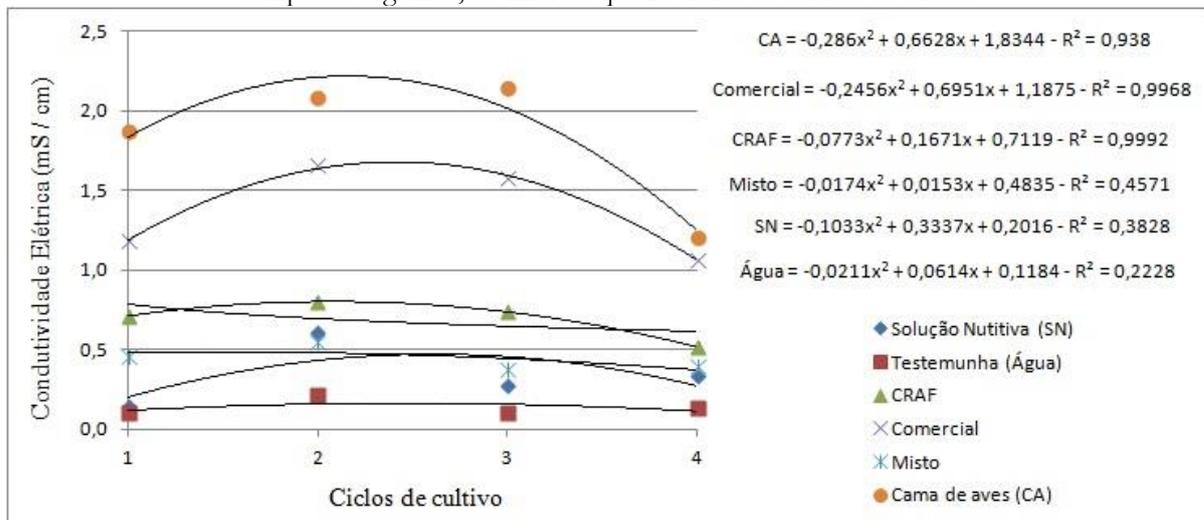
Figura 1 - Condutividade elétrica do solo em quatro épocas de avaliação (0, 15, 30 e 45 dias após o plantio), no primeiro ciclo de cultivo de alface.



Fonte: Autores, 2024.

Quando analisado o efeito dos compostos orgânicos ao longo de quatro ciclos de cultivo de alface, pode-se observar um aumento gradativo da CE até o terceiro ciclo de cultivo, de forma mais pronunciada para os tratamentos com CCA e CC, de maneira mais discreta para o CRAF (Figura 2). Os tratamentos do CM, SN e água apresentaram tendência de redução da CE ao longo dos quatro ciclos de cultivo, contudo, não apresentaram ajuste significativo.

Figura 2 - Condutividade elétrica do solo em função da adubação com diferentes fontes de composto orgânico, ao final de quatro ciclos de cultivo de alface.



Fonte: Autores, 2024.

Segundo Santo *et al.* (2001), maiores doses de composto podem resultar em maior produção de plantas devido à melhoria das características químicas e físico-químicas do solo. Segundo o autor, isso se deve ao aumento na CTC, que reflete em aumento da produção vegetal. Contudo, para agricultores orgânicos que usam adubação em dose única com volume total no pré-plantio, dependendo do composto orgânico a ser utilizado, isso resultará em aumento dos sais solúveis em níveis prejudiciais às culturas, como foi possível observar com os compostos de CCA e o CC neste estudo. O aumento da quantidade de adubo e da condutividade elétrica do solo resulta, em muitos casos, em aumento da produção da cultura da alface, como observado por Goulart *et al.* (2018) e Mantovani *et al.* (2017) ao avaliarem adubos orgânicos no cultivo de alface.

Uma explicação para esse fato é que o adubo orgânico disponibiliza mais lentamente os nutrientes para as plantas, proporcionando menores perdas, além de contribuir para o reestabelecimento do equilíbrio dos organismos presentes no solo, o que leva a uma menor ocorrência de pragas e doenças (Siqueira; Siqueira, 2013; Souza, 2015).

4 CONCLUSÕES

O composto de cama de aves e o composto comercial tendem a salinizar o solo se utilizados com o intuito de fornecer todo o nitrogênio estimado para o ciclo de alface na base, com redução de valores de condutividade após três ciclos de cultivo. O composto de resíduo da agroindústria frigorífica e o composto misto resultaram em valores intermediários a baixos de CE no solo, com valores mais próximos do recomendado para a cultura da alface, com redução gradual e de baixa intensidade ao longo de quatro ciclos de cultivo.

REFERÊNCIAS

- CANTÚ, R. R.; SCHALLENBERGER, E.; MORALES, R. G. F. ; VISCONTI, A. Efeito residual do uso prolongado de composto orgânico em abrigos de cultivo. **Covinbra**, v. 1, p. 1-15, 2020.
- FURLANI, P. R; SILVEIRA, L. C. P; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, N. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999, 52p.
- GOMES, T. C. A.; SANTOS, T. A.; LIMA C. C.; NASCUNEBTI, C. W. A.; CARVALHO, V. G. B. de; SILVA, J. P. S.. Condutividade elétrica e capacidade de troca catiônica de compostos orgânicos formulados com resíduos sólidos da agroindústria da cana adiconados de vinhaça. **Anais...** Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33., 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais. [Uberlândia]: SBCS: UFU, ICIAG, 2011.
- GOULART, R. G. T.; SANTOS, C. A.; OLIVEIRA, C. M.; COSTA, E. S. P.; OLIVEIRA, F. A.; ANDRADE, N. F.; CARMO, M. G. F. Desempenho agrônomo de cultivares de alface sob

adubação orgânica em Seropédica - RJ. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 8, n. 3, p. 66-72, 2018.

HIGASHIKAWA, F.; CANTÚ, R. R.; KURTZ, C.; GONÇALVES, P. A. de S. ; VIEIRA N. J. Aplicações anuais de adubação mineral e orgânica em plantio direto de cebola. **Thema** (Pelotas), v. 21, p. 130-153, 2022.

MANTOVANI, J. R.; CARRERA, M.; MOREIRA, J. L.A.; MARQUES, D. J.; DA SILVA, A. B. Fertility properties and leafy vegetable production in soil fertilized with cattle manure. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 825-836, 2017.

NILDO, D.A.; SILVA, D. N.; DUARTE, S.N.; YOSHINAGA, R.T.; TELES FILHO, J. F. Produção de alface sob diferentes níveis de salinidade do solo. **Irriga**, v. 10, n. 1, p. 20-29, 2005.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. DA.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, nov. 2001.

SCHALLENBERGER, E.; CANTÚ, R. R.; HARO, M. M.; MORALES, R. G. F.; HEINZEN, J. Método e Dose de Adubação de Hortaliças com Composto Orgânico em Sistema Orgânico de Produção. In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DA AMÉRICA DO SUL, 2, 2016, Dourados, Ms. **Resumos...** Dourados, MS: Associação Brasileira de Agroecologia, 2016. p. 1-10.

SIQUEIRA, A. P. P.; SIQUEIRA, M. F. B. **Bokashi: adubo orgânico fermentado**. Niterói: Programa Riorural, 2013. 16p. (Manual Técnico 40).

SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica: tecnologias para produção de alimentos saudáveis**. 3ed. Vitória: INCAPER, 2015.

TANJI, K. K. Nature and extent of agricultural salinity. In: TANJI, K. K. (Ed). **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. p. 1-17.

CAPÍTULO 15

ACÚMULO E LIBERAÇÃO DE POTÁSSIO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO POR CULTURAS DE COBERTURA NO CERRADO MATO-GROSSENSE

Thaís Rodrigues Magalhães Guedes   

Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Rondonópolis – UFR, Brasil

Leandro Pereira Pacheco   

Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Rondonópolis – UFR, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.696 

Resumo: A adoção de tecnologias, como o sistema plantio direto e o uso de culturas de cobertura, vieram como alternativa tecnológica para promover maior eficiência no uso dos nutrientes e aumentar a produtividade agrícola. Avaliar sistemas, solteiros e consorciados, o acúmulo e liberação de potássio da fitomassa de culturas anuais e de cobertura em safrinha e produtividade da soja em sucessão no Cerrado mato-grossense. O experimento foi conduzido durante a safra 2018/2019. Sendo realizado em delineamento de blocos casualizados, com oito sistemas de produção, com quatro repetições. Os sistemas foram: monocultivo; *Crotalaria spectabilis* Röth; *Zea mays* L. + *C. spectabilis*; *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.; *Urochloa ruziziensis* (R.Germ.& Evrard) Crins; *Cajanus cajan* (L.) Huth; *Z. mays* + *U. ruziziensis*; MIX (*P. glaucum* + *U. ruziziensis* + *C. spectabilis* + *C. cajan*). Os resultados demonstraram que a tecnologia do MIX foi o sistema com o melhor potencial para a ciclagem de K (348,43 kg ha⁻¹). O MIX, a *C. spectabilis* e a *U. ruziziensis* foram os tratamentos que promoveram maior influência na produtividade da soja cultivada em sucessão. A consorciação no MIX permitiu que as culturas explorassem um volume maior de solo, o que favoreceu a absorção de K e sua influência na produtividade da soja.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes. Consórcio. *Crotalaria spectabilis*. MIX. *Urochloa ruziziensis*.

1 INTRODUÇÃO

O estado do Mato Grosso se mantém como o maior produtor de soja do país, de acordo com o levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), em que a produção da oleaginosa vem crescendo ao longo dos últimos anos, superando o patamar de 35 milhões de toneladas. Todo esse volume de produção, só se tornou possível com o uso de tecnologia empregada em campo. Com isso, a busca por uma agricultura sustentável tem elevado o interesse em implementar novas tecnologias, para atender uma demanda mais ecológica e econômica, em que se torna essencial adotar um sistema coerente com desenvolvimento menos nocivo ao meio ambiente.

A adoção de tecnologias, como o sistema plantio direto (SPD) veio como alternativa tecnológica para aumentar a produtividade agrícola (Possamai *et al.*, 2022). O SPD possibilita a inserção e a diversificação de culturas de cobertura, que são capazes de aproveitar melhor os recursos hídricos e energéticos disponíveis, através da rotação, consorciação, mínimo de revolvimento e cobertura permanente do solo (Silva *et al.*, 2021). As culturas de cobertura podem ser inseridas na safrinha de forma consorciada, por meio de um MIX de espécies ou solteiras, o que torna possível melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, o que eleva a fertilidade do solo (Bergamaschi *et al.*, 2022) através da ciclagem de nutrientes.

Diante disso, as culturas utilizadas devem ser capazes de proporcionar o máximo acúmulo de nutrientes necessários em sua fitomassa, como o potássio (K). Este nutriente é o segundo macronutriente mais exigido pela soja em termos de quantidade, ficando apenas atrás do nitrogênio (N). Segundo Bazzo *et al.* (2021) o K atua em processos bioquímicos, com funções chaves no

metabolismo vegetal e não possui função estrutural, permanecendo quase totalmente na forma iônica nos tecidos. No entanto, o K é rapidamente lixiviado logo após o manejo, o que leva a ser percolado e perdido para camadas mais profundas do solo.

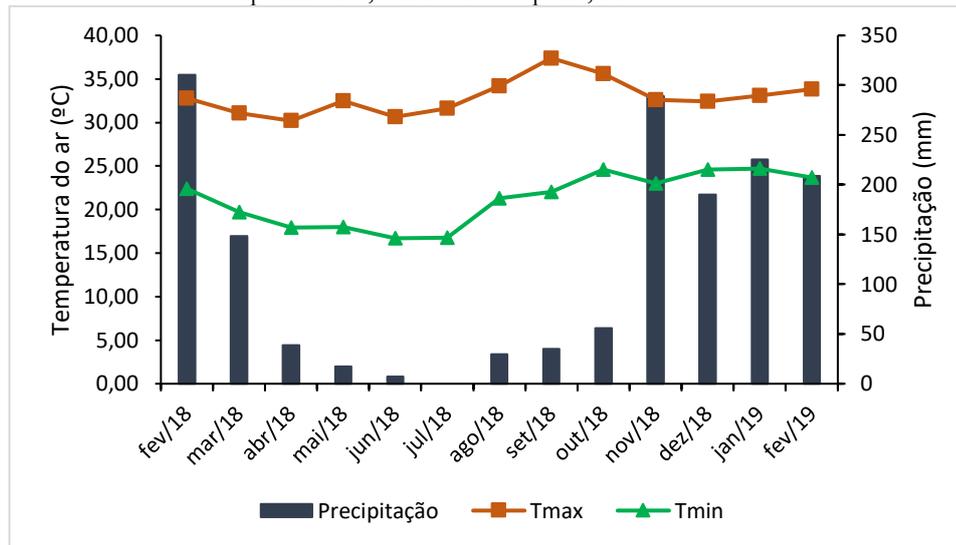
O Mix de culturas de cobertura com espécies de gramíneas e leguminosas utilizadas no SPD, torna-se uma alternativa viável para reduzir o processo de lixiviação e maximizar a ciclagem de K. À vista disso, o uso de espécies com sistema radiculares mais agressivos são capazes de resgatar os nutrientes, como o K, em camadas mais profundas do solo e acumulá-la em sua parte aérea (Scavazza *et al.*, 2018). Neste sentido, o consórcio de espécies com sistemas radiculares diferentes, com raízes fasciculadas e pivotantes, conseguem explorar melhor as camadas do solo, o que torna os sistemas mais eficientes. O que leva a ter maior disponibilidade de K na fitomassa das culturas de cobertura, ou seja, um reservatório significativo de potássio no SPD, o que possibilita a absorção deste elemento pela cultura em sucessão, liberados durante a decomposição.

A partir disso, a inserção de diferentes espécies solteiras ou consorciadas na segunda safra, pode resultar em melhor aproveitamento do potássio através da decomposição da matéria orgânica oriunda da fitomassa (Salomão *et al.*, 2020), o que torna possível melhorar significativamente a eficiência da adubação. Desse modo, o presente estudo tem como objetivo avaliar sistemas, solteiros e consorciados, e analisar o acúmulo e liberação de potássio da fitomassa de culturas anuais e de cobertura em safrinha e quais são efeitos na produtividade para cultura subsequente, neste caso, a soja, em uma área experimental de longa duração no Cerrado mato-grossense.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campus da Universidade Federal de Rondonópolis – UFR, a área experimental foi implementada durante o ano agrícola 2013/14. A localização geográfica desta área é definida pelas coordenadas 16°27'41.75"S 54°34'52.55"O, altitude de 292 m. O solo presente na área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (Santos *et al.*, 2018), com relevo plano. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é Aw, é tropical de altitude quente úmido (Sousa *et al.*, 2013). Na Figura 1, seguem os dados meteorológicos durante a condução do experimento. O experimento foi avaliado durante os anos 2018/19 (quinto ano de condução) e avaliou oito sistemas de produção e quatro repetições em cada unidade experimental de 7 m x 9 m, onde foi utilizado o delineamento em blocos casualizados. Foram utilizadas culturas graníferas e de cobertura na safrinha e a soja na safra como cultura comercial.

Figura 1 - Precipitação mensal e temperatura máxima e mínima do ar durante a condução do experimento, em Rondonópolis, Mato Grosso.



Fonte: Autores, 2024.

Os sistemas de produção implementados na segunda safra em sistema plantio direto e suas respectivas quantidades de sementes: S1: Monocultivo (pousio em SPD); S2: *Crotalaria spectabilis* (30 kg ha⁻¹); S3: *Zea mays* (60.000 ptas ha⁻¹) + *Crotalaria spectabilis* (8 kg ha⁻¹); S4: *Pennisetum glaucum* (30 kg ha⁻¹); S5: *Urochloa Ruziziensis* (25 kg ha⁻¹ – VC: 60%); MIX (*P. glaucum* + *U. ruziziensis* + *C. spectabilis* + *C. cajan* (4 + 11 + 8 + 7 kg ha⁻¹); S7: *Cajanus cajan* (60 kg ha⁻¹); S8: *Zea mays* (60.000 ptas ha⁻¹) + *Urochloa Ruziziensis* (11 kg ha⁻¹ – VC: 60%). Estes sistemas da segunda safra foram implantados após aplicação de glifosato (1080 g i.a. ha⁻¹), a fim de evitar a emergência de plantas invasoras (03/03/2018). O plantio foi feito manualmente e ocorreu em 06/03/2018, com espaçamento de 0,45 m para todos os sistemas, exceto o sistema 1 (monocultivo) que não recebeu nenhuma cultura.

Para o plantio mecanizado da soja, houve uma dessecação (glifosato 1080 g i.a ha⁻¹) três dias antes, em que ocorreu em 19/10/2018, após, foi realizada a semeadura na safra 2018/19, em 22/10/2018. A soja foi semeada em plantio direto em todos os sistemas de produção, a cultivar utilizada foi a TMG 7062 iPRO, sendo 18 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,45m. Quanto a adubação, foi distribuído no sulco de semeadura 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via MAP e 60 kg ha⁻¹ de K₂O via KCl, aplicados metade a lanço em pré-semeadura e o restante durante o estágio fenológico V4. Antes da colheita da soja ocorreu a dessecação da mesma em 12/02/2019. Após, a colheita foi realizada em 13/02/2019 de forma manual, em que ocorreu por meio de coletas em duas linhas de dois metros em todos os sistemas de produção, a fim de determinar a produtividade, expressos em kg ha⁻¹, com teor de umidade a 13%. Sendo que, ocorrido a colheita, a cultura foi roçada em todos os sistemas.

Quanto as avaliações das culturas de cobertura para determinação do acúmulo de K presente em sua fitomassa e sua liberação para o solo, foram realizadas 7 coletas, sendo aos 0, 96, 111, 126, 156, 185, 218 dias após o manejo das culturas de cobertura em todos os sistemas. Sendo que, a coleta dos 0 dias, ocasião da senescência das culturas, caracterizado como o ponto de máximo acúmulo de nutrientes dos restos culturais das culturas de cobertura, ocorreu em 20/06/2018. Em que, na mesma data (20/06/2018) foi realizado a dessecação de manejo das culturas de cobertura (DAM) com glifosato 1080 g i.a ha⁻¹ e reaplicado o herbicida aos 96 DAM (24/09/2018).

A avaliação e coleta da fitomassa referentes aos 0, 96, 111, 126, 156, 185, 218 dias ocorreram de acordo com a metodologia proposta por Crusciol *et al.* (2005), que consiste no uso de quadrado de ferro com dimensões 0,50 m x 0,50 m, onde a coleta foi realizada de forma aleatória em dois pontos de amostragem por parcela. Em seguida, as amostras foram submetidas a secagem em estufa com temperatura de 60 °C, até massa constante, e posteriormente, foi pesada e moída (moinho com malha de 2 mm) para obtenção da concentração de K presente na fitomassa.

Com o objetivo de avaliar a decomposição e liberação de K da fitomassa, proveniente das culturas de cobertura após manejo de dessecação, foram descritas com os dados coletados aos 0, 96, 111, 126, 156, 185, 218 dias após a dessecação, através de um modelo matemático exponencial decrescente, serão adaptados conforme descrito por Wieder & Lang (1982): $PL = P_0 \exp(-kt)$, em que: PL = quantidade de K existentes no tempo t, em dias (kg ha⁻¹); P₀ = fração de K potencialmente liberados (kg ha⁻¹); k = constante de liberação de K (g g⁻¹). A partir do valor de k, foi calculado o tempo de meia-vida (T^{1/2} vida) do K, que expressa o tempo para que metade do K se decomponha, com uso da fórmula $T^{1/2} \text{ vida} = 0,693/k$, proposta por Paul & Clark (1989). Em que, os resultados obtidos através da fitomassa, foram submetidos à análise de variância, para aferir os efeitos dos tratamentos nas características avaliadas e, quando significativos, os dados qualitativos foram submetidos ao teste de Scott Knott a 10% de probabilidade com auxílio do software SISVAR 5.6 (Ferreira, 2008). Os dados quantitativos foram ajustados em equações exponenciais decrescentes, com auxílio do software SIGMA PLOT versão 10.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao acúmulo de nutriente as culturas anuais e de cobertura semeadas em segunda safra apresentam diferenças estatísticas ($p \leq 0,10$) em relação ao K na senescência das plantas (Tabela 1). Observou-se que o MIX, com o uso de quatro espécies de culturas de cobertura consorciadas, apresentou o melhor resultado no acúmulo de K na fitomassa, o que representou um aumento de 315% em relação ao pousio, seguido pelo consorcio de milho com *U. ruziziensis* (104%). A consorciação de culturas se mostrou uma importante tecnologia para promover a

ciclagem de potássio por meio da fitomassa aérea em sistemas de plantio direto no bioma do cerrado.

Tabela 1 - Potássio acumulado na fitomassa das culturas de cobertura na ocasião da senescência na safrinha 2018/19.

	Sistemas de produção	Potássio (kg ha ⁻¹)
S1	Monocultivo	83,79 E
S2	<i>Crotalaria spectabilis</i>	83,19 E
S3	<i>Zea mays</i> + <i>Crotalaria spectabilis</i>	144,14 C
S4	<i>Pennisetum glaucum</i>	142,89 C
S5	<i>Urochloa ruziziensis</i>	118,39 D
MIX	<i>P. glaucum</i> + <i>U. ruziziensis</i> + <i>C. spectabilis</i> + <i>C. cajan</i>	348,43 A
S7	<i>Cajanus cajan</i>	76,80 E
S8	<i>Zea mays</i> + <i>Urochloa ruziziensis</i>	171,59 B

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 10% de probabilidade. Monocultivo: pousio em sistema plantio direto com plantas espontâneas.

Fonte: Autores, 2024.

A diversificação promovida pelo MIX, favorece um conjunto de fatores bioquímicos que podem estar relacionados a maior de ciclagem de K. Uma vez, que cada cultura, possui características morfológicas distintas, favorecendo o sistema a partir de diferentes interações. Além disso, consorcio composto no MIX proporciona uma cobertura no solo quase que ideal, sendo que inclui os benefícios gerados pelas culturas de cobertura, o que favorece a manutenção da qualidade do solo (Bergamaschi *et al.*, 2022). Sistemas com maior diversificação são mais completos e complexos, apresentam maior incremento de matéria orgânica no solo, e elevado potencial para ciclagem de nutrientes, como K, além de favorecer a fertilidade e qualidade do solo.

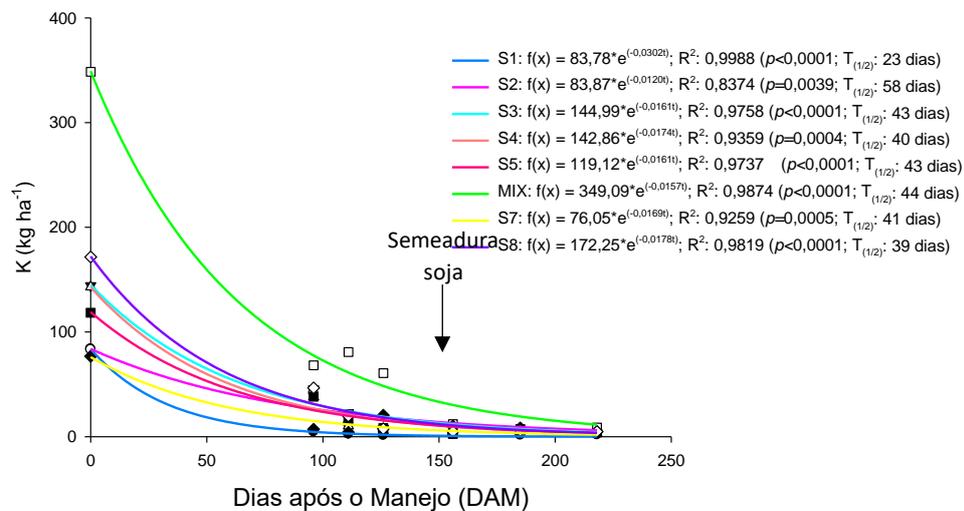
Analisando os sistemas solteiros que compõe o consórcio do MIX, foi possível observar que não se destacaram quanto ao acúmulo de potássio na fitomassa, porém apresentaram maior acúmulo quando consorciados com 348,43 kg ha⁻¹ de K durante a ocasião da senescência das culturas. Além disso, a consorciação de diferentes espécies de culturas, que possuem sistemas radiculares distintos, com diferentes profundidades e padrões de ramificação, favoreceu que um volume maior de solo fosse explorado. Com isso, fica evidente que a consorciação de espécies, contribui para elevar a quantidade de massa seca aérea e o maior acúmulo e liberação de K, para a cultura em sucessão.

O consorcio entre o milho e *U. ruziziensis*, apresentou o segundo maior acúmulo de K entre os sistemas avaliados. A *U. ruziziensis* tem como característica a capacidade de produzir elevada quantidade de fitomassa, mesmo diante da baixa precipitação no período da entressafra (Figura 1), e por ser uma cultura resistente contribuiu para esse acúmulo de K (171,59 kg ha⁻¹). O potássio está

entre os nutrientes que mais se acumula na fitomassa das gramíneas consorciadas com o milho safrinha. Isto pode ser atestado através de estudo feito por Costa *et al.* (2014), em que constatou para as duas espécies de gramíneas, *U. ruziziensis* (100,9 kg ha⁻¹) e *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster (103, 4 kg ha⁻¹), com alto acúmulo de K, em experimento conduzido em Jaboticabal – SP. Sendo possível verificar neste estudo o benefício do consórcio entre milho e braquiária na ciclagem de K, com valores superiores encontrados por Costa *et al.* (2014).

Quanto a liberação de K da fitomassa das culturas de cobertura, observa-se que a maior velocidade de liberação ocorreu até os 50 dias após a dessecação de manejo (Figura 2), com posterior redução em função da baixa quantidade do K remanescente no tecido vegetal. O tempo de meia-vida entre os tratamentos não apresentou grandes variações, com exceção do pousio com T_{1/2} igual a 23 dias, para os demais tratamentos o T_{1/2} mostrou um valor médio de 44 dias. Esse resultado pode estar associado a forma como o K está presente nas culturas, sendo que este elemento não participa da estrutura vegetal, ou seja, localiza-se no meio aquoso na solução do vacúolo das células. Segundo Bazzo *et al.* (2021), assim que começa o processo de decomposição da fitomassa das culturas de cobertura, a concentração de K no tecido vegetal reduz drasticamente, pois é facilmente lixiviado, após o rompimento das membranas plasmáticas. Com isso, faz com que seja liberado rapidamente para o solo, o que fez com que mais da metade do K esteja disponível para a semeadura da soja.

Figura 2 - Acúmulo, liberação e tempo de meia-vida de K por culturas anuais e de cobertura na safra 2018/19.



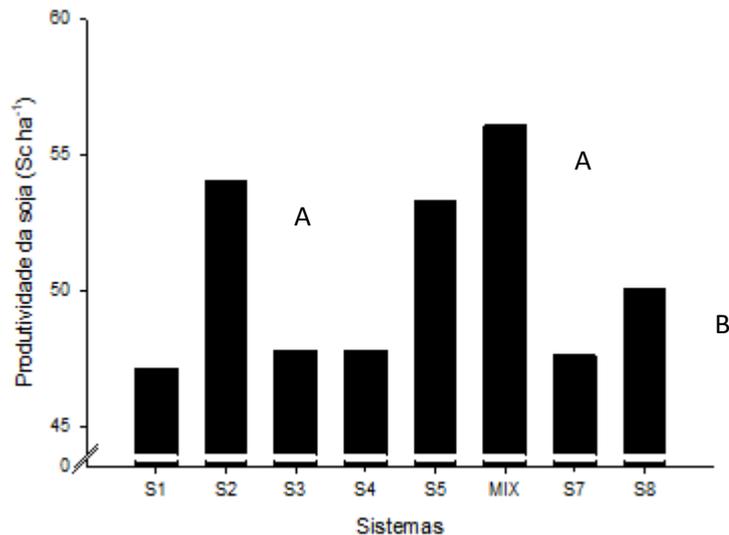
Sistemas: S1: monocultivo (pousio em plantio direto); S2: *Crotalaria spectabilis*; S3: *Zea mays* + *Crotalaria spectabilis*; S4: *Pennisetum glaucum*; S5: *Urochloa ruziziensis*; MIX: (*P. glaucum* + *U. ruziziensis* + *C. spectabilis* + *C. cajan*); S7: *Cajanus cajan*; S8: *Zea mays* + *Urochloa ruziziensis*. Dados submetidos a análise de regressão na curva de decaimento exponencial.

Fonte: Autores, 2024.

O MIX apresentou um $T^{1/2}$ igual a 44 dias, os tratamentos solteiros que compõe o consórcio do MIX, pode ter influenciado em seu valor. Quando comparado ao $T^{1/2}$ entre os tratamentos solteiros, houve uma diferença mais expressiva somente em relação a *C. spectabilis*, que apresentou $T^{1/2}$ igual a 58 dias. Este resultado é semelhante ao encontrado por De Sousa *et al.* (2019), em que relatou um $T^{1/2}$ igual a 54 dias para a crotalária, sendo que o K entre os nutrientes avaliados, foi o que apresentou maior taxa de liberação. É importante ressaltar que esta leguminosa possui baixa relação C/N, porém a taxa de liberação de K, não está apenas associada este parâmetro, mas a relação de lignina, polifenóis e composição química da cultura, em que são fatores que afetam a velocidade com que este nutriente é liberado para o solo (Sousa *et al.*, 2019).

Em relação a produtividade da soja, um dos destaques foi o MIX, entre os tratamentos com maior produtividade avaliada, essa elevada produtividade é o reflexo da consorciação entre as quatro espécies de culturas de cobertura, em que demonstrou ter o maior acúmulo e liberação de K, quando comparado aos outros sistemas (Figura 3). É importante salientar que o efeito acumulativo durante os cinco anos de condução do experimento, relacionados a ciclagem de nutrientes promovida pelas culturas anuais e de cobertura no MIX, pode ter influenciado positivamente sobre a produção dos grãos. Além disso, os efeitos significativos sobre a produtividade, também estão relacionados com a melhoria dos atributos do solo, em que o aumento da qualidade física, química e biológica do solo, ocorre através da incorporação da fitomassa produzida pelo MIX.

Figura 3 - Produtividade de soja em sistema plantio direto com o uso de culturas anuais e de cobertura na segunda safra (2018/2019).



Sistemas: S1: monocultivo (pousio em plantio direto); S2: *Crotalaria spectabilis*; S3: *Zea mays* + *Crotalaria spectabilis*; S4: *Pennisetum glaucum* (milheto); S5: *Urochloa ruziziensis* (braquiária); MIX: *P. glaucum* + *U. ruziziensis* + *C. spectabilis* + *C. cajan*; S7: *Cajanus cajan* (feijão-guandu); S8: *Zea mays* + *Urochloa ruziziensis* (milho + braquiária). Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 10% de probabilidade (CV= 11,39%).

Fonte: Autores, 2024.

De Souza *et al.* (2019), ressalta que para o pleno desenvolvimento das plantas, os atributos do solo desempenham um papel fundamental, e o uso de culturas de cobertura proporcionam a manutenção da qualidade do solo, o que favorece a cultura cultivada em sequência. O que pode ter ocasionado uma melhoria na funcionalidade do sistema, em que a liberação de K e a decomposição das culturas, proporcionou melhor aproveitamento dos recursos disponíveis no solo.

4 CONCLUSÃO

Como confirmado pelos resultados, os sistemas consorciados, MIX e milho + *U. ruziziensis*, apresentaram os maiores acúmulos de K pelas culturas de cobertura na safrinha. O MIX está entre os sistemas que apresentaram maior produtividade da soja semeada em sucessão em sistema plantio direto. O consórcio de milho + *U. ruziziensis*, apesar de estar entre os sistemas com maior acúmulo de K, não se destacou quanto a produtividade da soja. Os sistemas solteiros compostos pela *C. spectabilis*, e *U. ruziziensis*, não apresentaram elevado acúmulo de potássio em sua fitomassa, mas está entre os tratamentos com maior produtividade da soja, esse resultado pode estar relacionado a outros nutrientes não foram avaliados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BAZZO, J. H. B.; SANTOS, A. C.; MARINHO, J. de L. Doses de potássio e boro em cobertura no desempenho produtivo da soja. **Agrarian**, v. 14, n. 54, p. 404-411, 2021.
- BERGAMASCHI, H. M.; BORSOI, A.; CASTILHO, C. Características produtivas da soja em diferentes sistemas de preparo de solo em Latossolo Vermelho. **Revista Cultivando o Saber**, v. 15, p. 28-35, 2022.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Soja, Safra 2023/24. Boletim da safra de grãos. Brasília, DF: CONAB, 2024. 30 p.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M.; SANTOS, F. G. D.; PARIZ, C. M. Acúmulo de macronutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em razão da adubação nitrogenada durante e após o consórcio com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1223-1233, 2014.
- CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. do V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.
- PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and chemistry**. San Diego, p. 275, 1989.

POSSAMAI, E. J.; CONCEIÇÃO, P. C.; AMADORI, C.; BARTZ, M. L. C.; RALISCH, R.; VICENSI, M.; MARX, E. F. Adoption of the no-tillage system in Paraná State: A review. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 46, 2022.

SALOMÃO, P. E. A.; KRIEBEL, W.; SANTOS, A. A. dos; MARTINS, A. C. E. The Importance of Straw No-Tillage System for Soil Restructuring and Organic Matter Restoration. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e154911870, 2020.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos. OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; ELHO, M. C.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 356.

SCAVAZZA, A. L.; SOARES, M. R.; CASAGRANDE, J. C.; MEDEIROS, S. D. S. de; SANTI, P. H. P. de. Produção de fitomassa e extração de macronutrientes por plantas de cobertura cultivadas na estação seca. **Nativa**, v. 6, n. 6, p. 619-624, 2018.

SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; MELLO FRASCA, L. L. de; REZENDE, C. C.; FERREIRA, E. A. S.; FILIPPI, M. C. C. de; LACERDA, M. Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e11101220008-e11101220008, 2021.

SOUSA, T. R.; SILVA, A. C.; FARIA, R. Q.; SILVA NETO, S. P. **Viabilidade econômica de cultivo da sucessão soja milho, em áreas próprias e arrendadas**. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 315), 2013.

SOUSA, D. C.; MEDEIROS, J. C.; LACERDA, J. D. J.; ROSA, J. D.; BOECHAT, C. L.; DE SOUSA, M. D. N. G.; MAFRA, Á. L. Dry mass accumulation, nutrients and decomposition of cover plants. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, p. 152-160, 2019.

WIEDER, R.K.; LANG, G. E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litterbags. **Ecology**, v. 63, n. 6, p.1636-1642, 1982.

CAPÍTULO 16

UTILIZAÇÃO DE CONCENTRAÇÕES DE BIOCHAR PARA AVALIAR O DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE COENTRO

José Hermeson Severo dos Santos   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco, UFAPE, Brasil

José Matheus Gonzaga Santos   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco, UFAPE, Brasil

Brena Maíza de Siqueira Tavares   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco, UFAPE, Brasil

Gabriela Fabrízia Diniz Leite   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco, UFAPE, Brasil

Vitor Mineu Silva Barbosa   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco, UFAPE, Brasil

Gilmara Mabel Santos   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco, UFAPE, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.697 

Resumo: O coentro, uma olerícola importante no Brasil, é amplamente cultivado, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, devido às condições climáticas. Com as crescentes preocupações ambientais, há uma demanda por inovações agrícolas, e o biochar, produzido a partir da conversão de biomassa de resíduos em biocarvão, tem sido reconhecido por melhorar a produtividade das plantas. O objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade do uso de biochar de cama de aviário em substrato comercial para o desenvolvimento de plântulas de coentro. Para isso foi analisado o IVE, o número total de plântulas emergidas e o comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas. A aplicação de altas concentrações de biochar no substrato não resultou em diminuições e aumentos significativos nos parâmetros de emergência do coentro. A inclusão de biochar na composição do substrato, por outro lado, induziu um aumento significativo no comprimento da parte aérea da planta em comparação com o tratamento que utilizou apenas o substrato comercial, sendo a concentração de 2,5% a que proporcionou a maior média para esse parâmetro. Tendo em vista que o coentro é uma cultura de semeadura direta, os resultados obtidos servem como um ensaio para posteriormente a aplicação do biochar em campo.

Palavras-chave: Emergência. Nutrientes. Olerícolas

1 INTRODUÇÃO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.), pertencente à família Apiaceae, é reconhecido como uma olerícola de significativa importância comercial no Brasil. É uma cultura amplamente cultivada ao longo do ano em diversas regiões do país, com destaque para o Norte e Nordeste, onde as condições climáticas favoráveis propiciam seu cultivo. Essas áreas destacam-se como polos importantes para a economia, devido à relevância da produção de coentro (Pamplona *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2021). O coentro é uma planta que apresenta relativamente um período curto para germinar, 5 a 7 dias e não apresenta grandes dificuldades no seu cultivo, permitindo que os produtores invistam na plantação, ocasionando em plantas de boa qualidade (Santos *et al.*, 2020).

Com as transformações em curso no cenário global, as preocupações ambientais estão se tornando cada vez mais relevantes. Nesse contexto, surge a necessidade de implementar inovações nos processos agrícolas, visando diminuir os impactos ambientais e promover práticas mais sustentáveis. O biochar, por exemplo, é um produto resultante da conversão da biomassa de resíduos em biocarvão através de processos termoquímicos (Supraja *et al.*, 2023).

O biochar é produzido através da pirólise lenta de uma variedade de materiais, incluindo resíduos industriais, agrícolas e orgânicos urbanos. Este material resultante é um condicionante leve, poroso e possui características hidráulicas, químicas e físicas distintas. Ele pode proporcionar melhorias significativas na produtividade das plantas, desde que estas se adaptem bem às propriedades desse substrato e não apresentem sensibilidade ao produto (Barbosa *et al.*, 2023). Assim, com o presente estudo, propôs-se a investigar a viabilidade do uso de biochar derivado de cama de aviário, visando avaliar seu impacto no desenvolvimento de plântulas de coentro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos foram preparados no dia 4 de março de 2024, sendo os mesmos: T1 – Substrato comercial Basaplant; T2 – Substrato comercial Basaplant + 2,5% de biochar de cama de aviário; T3 - Substrato comercial Basaplant + 5% de biochar de cama de aviário e T4 - Substrato comercial Basaplant + 10% de biochar de cama de aviário. O experimento foi instalado abril de 2024 em casa de vegetação na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE em Garanhuns (9° 54' 26" S; 36° 29' 39" W e 843 m de altitude). Foram semeadas 3 sementes de coentro por célula em uma bandeja de polietileno, utilizada para a produção de mudas, afim de contabilizar a emergência. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 repetições.

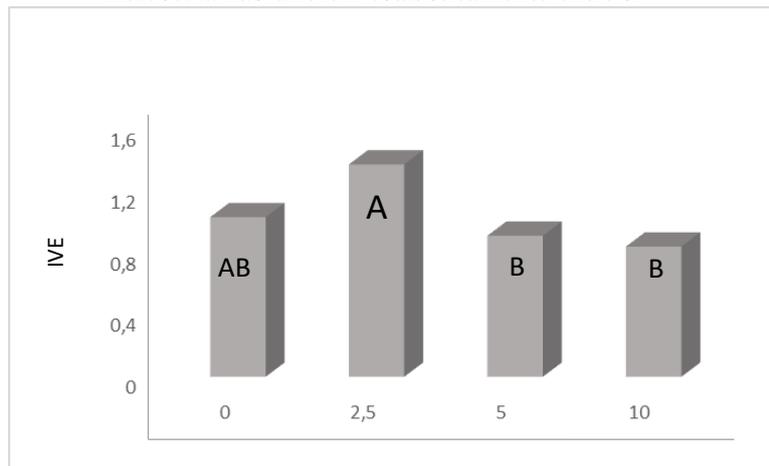
A contagem da emergência foi realizada todos os dias até o estabelecimento da mesma. Para realizar o índice de velocidade de emergência, foi utilizada a fórmula proposta por Maguire (1962): $IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, onde IVE: índice de velocidade de emergência; G1: número de plântulas normais computadas na contagem; N: número de dias da semeadura. Também foi realizada a contagem total para a obtenção da porcentagem de plântulas que emergiram. Aos 20 dias após a semeadura, com o auxílio de uma régua milimetrada, foi feito o comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas.

Foi realizado o teste de análise de variância com comparação de médias usando o teste Tukey com um nível de significância de 5%, utilizando o software estatístico SISVAR versão 5.8. As médias foram examinadas por meio de gráficos representativos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é possível encontrar os dados referentes ao IVE das plântulas em diferentes porcentagens de biochar de cama de aviário. Foi possível constatar que o maior resultado, quando empregado o biochar, foi encontrado no T2 – Substrato comercial Basaplant + 2,5% de biochar de cama de aviário e os menores resultados foram verificados no T3 - Substrato comercial Basaplant + 5% de biochar de cama de aviário e T4 - Substrato comercial Basaplant + 10% de biochar de cama de aviário. Não havendo diferença estatística entre o T1 – Substrato comercial Basaplant e os demais tratamentos.

Figura 1 - Índice de velocidade de emergência de plântulas de coentro em diferentes porcentagens de biochar, onde as médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si.



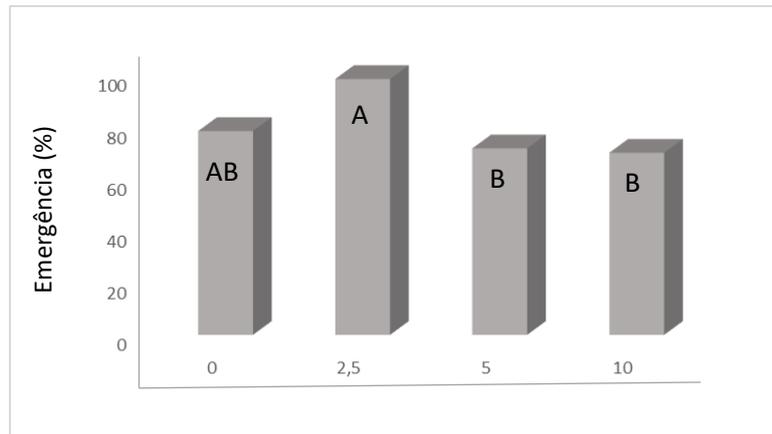
Fonte: Santos, 2024.

De acordo com Williams *et al.* (2023), o biochar apresenta algumas características que possam fazer com que o desenvolvimento da planta seja melhor quando adicionado o mesmo, através de melhorias em propriedades como a retenção de água, permeabilidade e no aproveitamento mais eficiente dos nutrientes. Os maiores valores observados para o índice de velocidade de emergência no T2 – Substrato comercial Basaplant + 2,5% de biochar de cama de aviário, em comparação com outras concentrações de biochar, podem ser atribuídos à concentração específica do condicionador empregado na formulação do substrato. Esta concentração provavelmente proporciona um ambiente mais propício para a rápida emergência das plântulas. Como resultado, o processo de emergência das plântulas ocorre de forma mais eficiente e acelerada nesse tratamento.

Ainda na figura 1, constata-se que o T3 - Substrato comercial Basaplant + 5% de biochar de cama de aviário e o T4 - Substrato comercial Basaplant + 10% de biochar de cama de aviário obtiveram os menores resultados para o IVE. Esses resultados apontam que as maiores porcentagens do biochar de cama de aviário não proporcionam condições adequadas para uma rápida emergência, onde a presença de componentes do biochar, como sais minerais, pode influenciar a emergência plantas de maneira complexa e não linear. Essas descobertas destacam a importância de um cuidadoso planejamento e dosagem na incorporação de biochar de cama de aviário em substratos comerciais, visando otimizar as condições para a emergência das plântulas.

A análise da porcentagem total de plântulas emergidas de coentro revelou um padrão de comportamento semelhante ao observado para o Índice de Velocidade de Emergência. Notavelmente, a concentração de biochar empregada no tratamento T2 demonstrou o maior valor em comparação com as outras concentrações, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Porcentagem total da emergência de plântulas de coentro em diferentes porcentagens de biochar, onde as médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si.

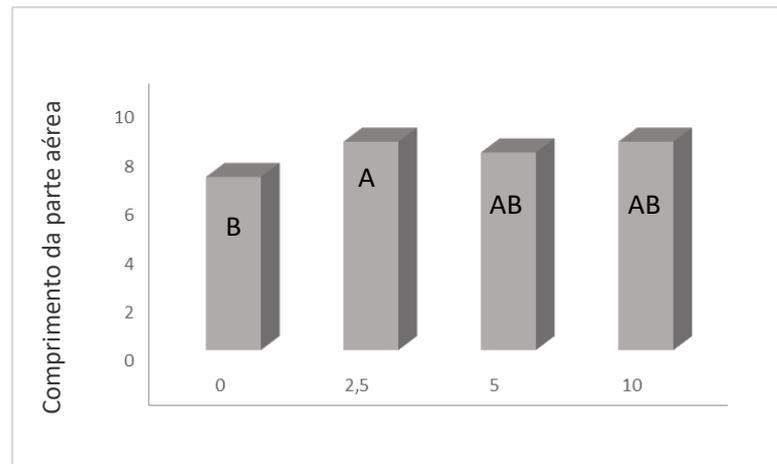


Fonte: Santos, 2024.

Para o comprimento da parte aérea das plântulas, o T2 – Substrato comercial Basaplant + 2,5% de biochar de cama de aviário, demonstrou ser a concentração mais adequada para a obtenção de plântulas com o comprimento maior. Em contraste, o tratamento T1 - substrato comercial Basaplant exibiu o menor resultado para este parâmetro, conforme evidenciado na figura 3. Especificamente, os tratamentos T3 - Substrato comercial Basaplant + 5% de biochar de cama de aviário e T4 - Substrato comercial Basaplant + 10% de biochar de cama de aviário não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação aos demais tratamentos. O tratamento com 2,5%, indica uma concentração que não prejudica o desenvolvimento da plântula em relação ao comprimento, favorecendo significativamente esse parâmetro, sendo um bom indicativo para posterior utilização do biochar de cama de aviário para a melhor produtividade da cultura, onde a semeadura é realizada em campo.

Tavares *et al.* (2021) investigando o efeito de diferentes porcentagens de biochar no cultivo da cenoura, observaram que as concentrações mais elevadas não resultaram em aumentos significativos nas características produtivas das plantas. A concentração mais baixa, de 2%, foi associada aos maiores resultados em termos de produtividade. Este achado sugere uma resposta não linear à adição de biochar, onde concentrações mais altas podem não ser benéficas e, em alguns casos, até mesmo limitar o desempenho das plantas, o que se contrapõe aos resultados obtidos para o comprimento da parte aérea do coentro.

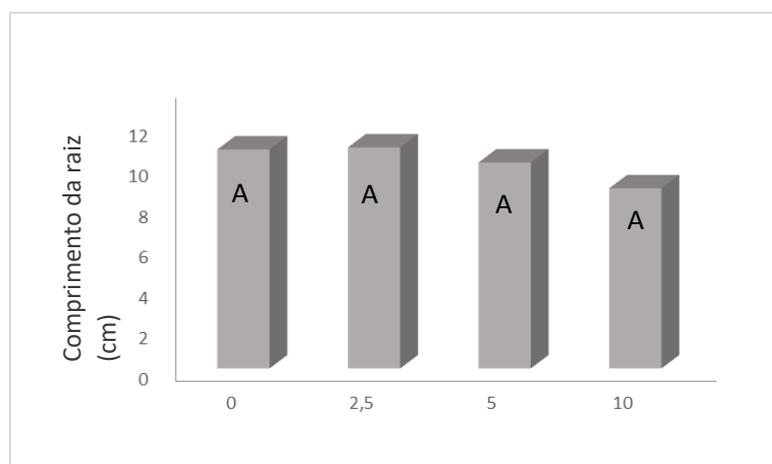
Figura 3 - Comprimento da parte aérea das plântulas de coentro cultivado em diferentes porcentagens de biochar, onde as médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si.



Fonte: Santos, 2024.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os tratamentos em relação ao comprimento das raízes das plântulas de coentro, conforme ilustrado na figura 4. Este resultado sugere que a variação nas concentrações de biochar de cama de aviário no substrato comercial não teve um impacto perceptível no desenvolvimento das raízes das plântulas de coentro. Isso indica uma possível estabilidade ou falta de sensibilidade das raízes de coentro aos diferentes tratamentos, ressaltando a necessidade de mais investigações para compreender completamente a resposta das raízes de coentro à adição de biochar.

Figura 4 - Comprimento da raiz das plântulas de coentro cultivado em diferentes porcentagens de biochar, onde as médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si.



Fonte: Santos, 2024.

4 CONCLUSÃO

A aplicação de altas concentrações de biochar no substrato não resultou em diminuições e aumentos altamente significativos nos parâmetros de emergência do coentro.

A inclusão de biochar, por outro lado, induziu um aumento significativo no comprimento da parte aérea da planta em comparação com o tratamento que utilizou apenas o substrato comercial, sendo a concentração de 2,5% a que proporcionou a maior média para esse parâmetro. Tendo em vista que o coentro é uma cultura de semeadura direta, para fins experimentais, os resultados obtidos servem como um ensaio para posteriormente a aplicação do biochar em campo.

Agradecimentos e financiamento

Gostaríamos de agradecer, primeiramente a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco que contribuiu para a realização desse estudo, aos participantes da pesquisa por sua colaboração e dedicação, bem como a Prof.^a Dr.^a Gilmara Mabel Santos por toda orientação e auxílio. Além disso, gostaríamos de estender nossos agradecimentos ao órgão de fomento para a elaboração do trabalho, o FNDE, que através do PET Conexões de Saberes: Comunidades Populares e Quilombolas, financiou a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. D. *et al.* Influência do biochar nas propriedades químicas do solo: uma revisão. *In: SOUZA, E. Pesquisas em temas de ciências agrárias*. Belém-PA, 2023. p. 55-66. Disponível em: <https://doi.10.46898/rfb.52e05e81-6021-44c9-89c7-8a5cddb8ee45>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science, Madison*, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962. Disponível em: <https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- PAMPLONA, L. J. C. *et al.* Cobertura de solo modifica a performance de coentro. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350777648_Cobertura_de_solo_modifica_a_performance_de_coentro. Acesso em: 23 abr. 2024.
- SANTOS, A. J. *et al.* Desempenho de plantas de coentro (*Coriandrum sativum* L.) adubadas com diferentes doses de esterco caprino. *Diversitas Journal*, v. 5, n. 4, p.2439-2449, 2020. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1180/1097. Acesso em: 23 abr. 2024.
- SANTOS, M. R. *et al.* Produção de coentro em função do tipo de plantio e densidade de semeadura. *Extensão Rural: Práticas e Pesquisas Para o Fortalecimento da Agricultura Familiar* - Volume 1, p. 562-576, 2021. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/artigos/producao-de-coentro-em-funcao-do-tipo-de-plantio-e-densidade-de-semeadura>. Acesso em: 23 abr. 2024.

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

SUPRAJA, K. V. *et al.* Biochar production and its environmental applications: Recent developments and machine learning insights. **Bioresource Technology**, v. 387, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129634>. Acesso em: 23 abr. 2024.

TAVARES, Q.G. *et al.* Uso do biochar como alternativa na melhoria da qualidade de substrato para o cultivo de cenoura. **Revista Científica Rural**, v 23, n. 2, p. 103-109, 2021. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20210525812>. Acesso em: 27 abr. 2024.

WILLIAMS, R. *et al.* Productivity gains in vegetables from rice husk biochar application in nutrient-poor soils in Timor-Leste. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-38072-2>. Acesso em: 28 abr. 2024.

CAPÍTULO 17

MONITORAMENTO DA INFESTAÇÃO DO BICHO-MINEIRO-DO-CAFEIEIRO E SUA RELAÇÃO COM AS CONDIÇÕES HÍDRICAS EM PATROCÍNIO, MG

Vânia Aparecida Silva   

EPAMIG Sul, Pesquisadora, Bolsista DT-CNPq, Brasil

Margarete Marin Lordelo Volpato   

EPAMIG Sul, Pesquisadora, Bolsista DT-CNPq, Brasil

Christiano Sousa Machado de Matos   

EPAMIG Sul, Bolsista BDCTI - FAPEMIG

Meline de Oliveira Santos   

EPAMIG Sul, Bolsista BDCTI – FAPEMIG

Rogério Antônio Silva   

EPAMIG Sul, Pesquisador, Brasil

Tiago Henrique da Silva   

EPAMIG Sul, Bolsista CP&D Café, Brasil

Franklin Daniel Inácio   

EPAMIG Sul, Bolsista - BDCTI, Brasil

Hudson Teixeira   

EPAMIG Sul, Pesquisador, Bolsista BIP - FAPEMIG, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.698 

Resumo: A infestação do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) pode resultar em perdas importantes na produção de café, afetando a safra, especialmente em regiões como o Cerrado de Minas Gerais, onde o clima favorece seu desenvolvimento. Este trabalho analisou o impacto das condições climáticas e hídricas, bem como a infestação do bicho-mineiro em área experimental de Patrocínio, MG durante a estação seca. Os dados coletados entre 2021 e 2022 revelaram variações na precipitação e temperatura, o que influenciou o déficit hídrico e o potencial hídrico foliar dos cafeeiros. O bicho-mineiro apresentou maior infestação e danos nos cafeeiros em 2021 em comparação com 2022. A estiagem e as altas temperaturas em 2021 contribuíram para o estresse das plantas, aumentando sua vulnerabilidade ao ataque da praga. Isso se refletiu na produtividade do café, que foi menor na safra 2021/2022 em comparação com as safras anteriores, devido à baixa hidratação, ataques de pragas e condições climáticas desfavoráveis. Esses resultados destacam a importância da gestão estratégica das condições climáticas e hídricas, juntamente com medidas de monitoramento e manejo racional de pragas, para garantir sustentabilidade e produtividade da cafeicultura na região, além de segurança alimentar.

Palavras-chave: Cafeicultura. *Leucoptera coffeella*. Monitoramento agrometeorológico. Potencial hídrico.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura desempenha um papel significativo na economia brasileira, especialmente em Minas Gerais, maior produtor de café do país e responsável por cerca de 50% da produção nacional. Em 2024, a safra brasileira de café, em ano de bialidade positiva, deverá ter produção estimada de 58,08 milhões de sacas de café beneficiado, ou seja, 5,5% superior à produção de 2023 (Acompanhamento da Safra Brasileira, 2024). O bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonatiidae) é uma das principais pragas que afetam as plantações de café, podendo causar significativas quedas na produção devido aos danos causados às folhas das plantas. Quando infestações severas ocorrem, os prejuízos podem ser expressivos, comprometendo a qualidade e quantidade da safra. Estudos e levantamentos apontam que infestações de bicho-mineiro podem reduzir a produção de café, dependendo das condições climáticas e das práticas de manejo adotadas, uma vez que a praga se alimenta do tecido foliar, formando galerias que prejudicam a fotossíntese e levam à queda prematura das folhas, afetando o desenvolvimento dos frutos e a produção de grãos (Conceição, 2005).

O bicho-mineiro-do-cafeeiro é uma praga de grande relevância na região cafeeira do Cerrado de Minas Gerais, uma das principais áreas produtoras de café arábica do Brasil. As características do Cerrado, como o clima quente e seco durante parte do ano, podem favorecer o desenvolvimento e reprodução dessa praga (Dantas *et al.*, 2021). O déficit hídrico reduz a resistência natural das plantas, tornando-as mais vulneráveis ao ataque do bicho-mineiro. Além disso, a falta de água pode comprometer o desenvolvimento foliar e a recuperação das plantas após a infestação, aumentando os efeitos negativos da praga sobre a fotossíntese e a produção de frutos.

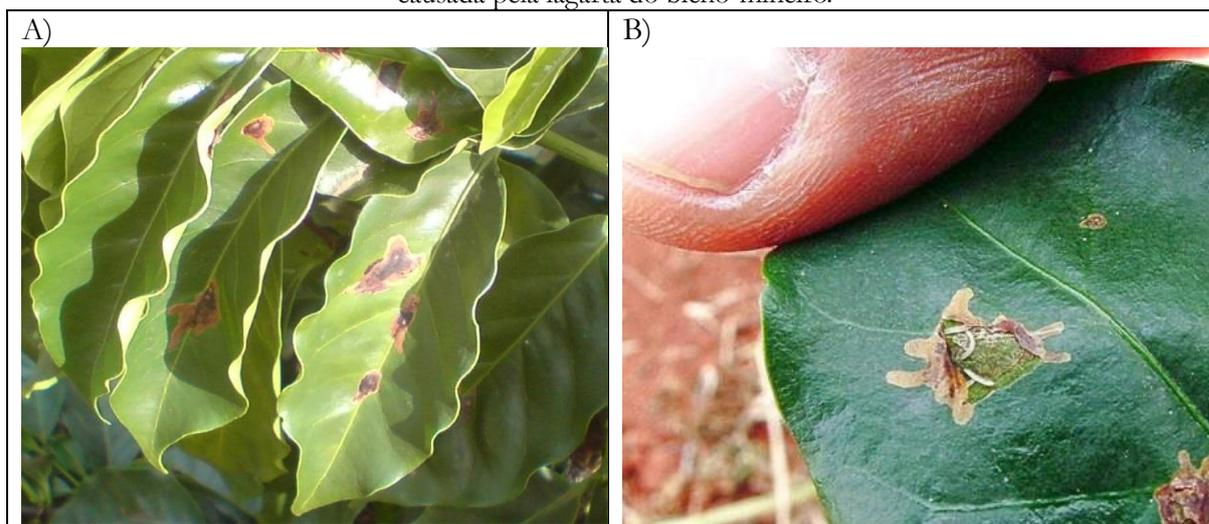
No agroecossistema cafeeiro, as condições climáticas determinam as relações hídricas que tem causado impactos sobre a produtividade e a sensibilidade ao ataque do bicho-mineiro. O monitoramento das condições hídricas pode auxiliar na previsão de tais impactos e na indicação de estratégias de manejo, visando minimizar os prejuízos na lavoura. Assim, nesse estudo são apresentadas informações sobre o clima, as condições hídricas de cafeeiros e a infestação do bicho-mineiro no Município de Patrocínio, região do Cerrado de Minas Gerais, no período da seca, com o objetivo de subsidiar a escolha pela melhor estratégia de manejo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados meteorológicos de precipitação acumulada mensal e a temperatura média mensal em 2021 e 2022 foram coletados na estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), instalada na EPAMIG-CEPC, Patrocínio, MG, e os dados históricos, médias de 1991 a 2021, foram adquiridos do banco de dados Climate-Data (<https://pt.climate-data.org>). O CEPC localiza-se nas coordenadas 18° 59' 49" Sul, 46° 59' 01" Oeste, com altitude média de 972 metros. O déficit hídrico foi calculado utilizando-se a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955). Para a determinação do potencial hídrico foliar utilizou-se uma câmara de pressão tipo Scholander – Instruments Plant Moisture (PMS) – Modelo 1000 e as avaliações foram realizadas antes do amanhecer (potencial hídrico foliar na antemanhã).

Para realização do monitoramento do bicho-mineiro-do-cafeeiro (*Leucoptera coffeella*) foi demarcado um talhão de café arábica (*Coffea arabica*) com 250 plantas, implantado com a cultivar Rubi no espaçamento de 3,5 x 0,7m. Durante o período de avaliação a área experimental não recebeu nenhum tipo de tratamento com inseticida. Os tratamentos culturais foram realizados segundo recomendações para a cultura do cafeeiro. Dentro da área foram selecionadas 100 plantas de modo aleatório das quais foram coletadas duas folhas no terceiro ou quarto par de folhas do ramo, contados da ponta para o ápice no terço médio de cada planta, totalizando 2 amostras de 100 folhas. As amostragens foram realizadas mensalmente avaliando-se o número de folhas com lesões pelo inseto (Figura 1). A infestação do bicho-mineiro foi determinada a partir da fórmula: Infestação (%) = (n° de folhas com lesões/n° total de folhas coletadas) x 100.

Figura 1 - A) Folhas de cafeeiro com minas de bicho-mineiro; B) detalhe de folha de cafeeiro com mina causada pela lagarta do bicho-mineiro.



Fonte: Autores, 2022.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

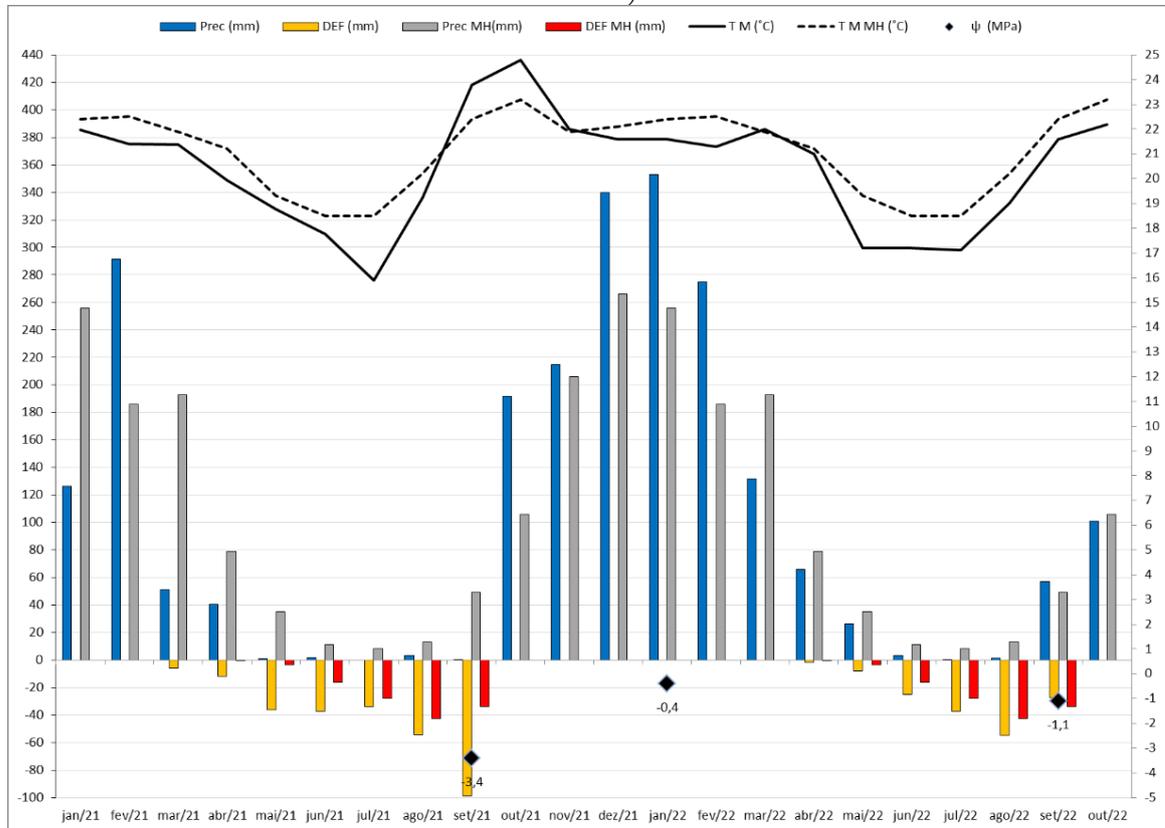
Na Figura 2 estão apresentados os dados quanto à variação da precipitação total mensal (mm), a temperatura média mensal (°C) e o déficit hídrico mensal (mm), no período de setembro de 2021 a outubro de 2022, e os valores (dados) históricos (MH = média de 1991 a 2021), para o município de Patrocínio, MG, além dos valores de potencial hídrico foliar de cafeeiros em Mega Pascal (MPa). Observa-se que no ano de 2021 as precipitações mensais de janeiro a setembro foram inferiores ao histórico para a região, com exceção de fevereiro, que culminou em relevante seca. Entretanto, a partir de outubro de 2021 até fevereiro de 2022 e nos meses de setembro e outubro de 2022 as precipitações acumuladas foram superiores ao histórico. O acumulado de precipitação, de janeiro a maio é de aproximadamente 750 mm (média histórica para a região); e em 2021 e 2022 esse valor foi de 510 e 852 mm, respectivamente.

Nesse período, as temperaturas médias mensais foram inferiores ao histórico para essa região, com exceção dos meses de setembro e outubro de 2021 (com aproximadamente 1,5 °C maior). A relação entre temperatura e precipitação influencia na evapotranspiração do cafeeiro e pode ser avaliada calculando-se o déficit hídrico climatológico.

Observa-se que o déficit hídrico acumulado de março a setembro foi de 278 mm em 2021 e de 154 mm em 2022, sendo que a média histórica é de 124 mm na região de Patrocínio, MG. Os valores de potencial hídrico foliar de cafeeiros nas épocas chuvosas (janeiro/2021 e janeiro/2022) foram $\leq -0,5$ MPa indicando que os cafeeiros estavam hidratados. No pico da época seca o potencial hídrico verificado foi de $-3,4$ MPa (setembro/2021), dando indício de que os cafeeiros sofreram com desidratação moderada a severa. Por outro lado, em setembro de 2022, o potencial hídrico verificado foi de $-1,1$ MPa, o que pode representar que os cafeeiros não conseguiram se

recuperar durante a noite, a água perdida durante o dia, mas ainda assim apresentaram boa hidratação.

Figura 2 - Variação das condições climáticas e do potencial hídrico registrados no período compreendido entre janeiro de 2021 e outubro de 2022 no município de Patrocínio, Minas Gerais (MH - Média histórica).



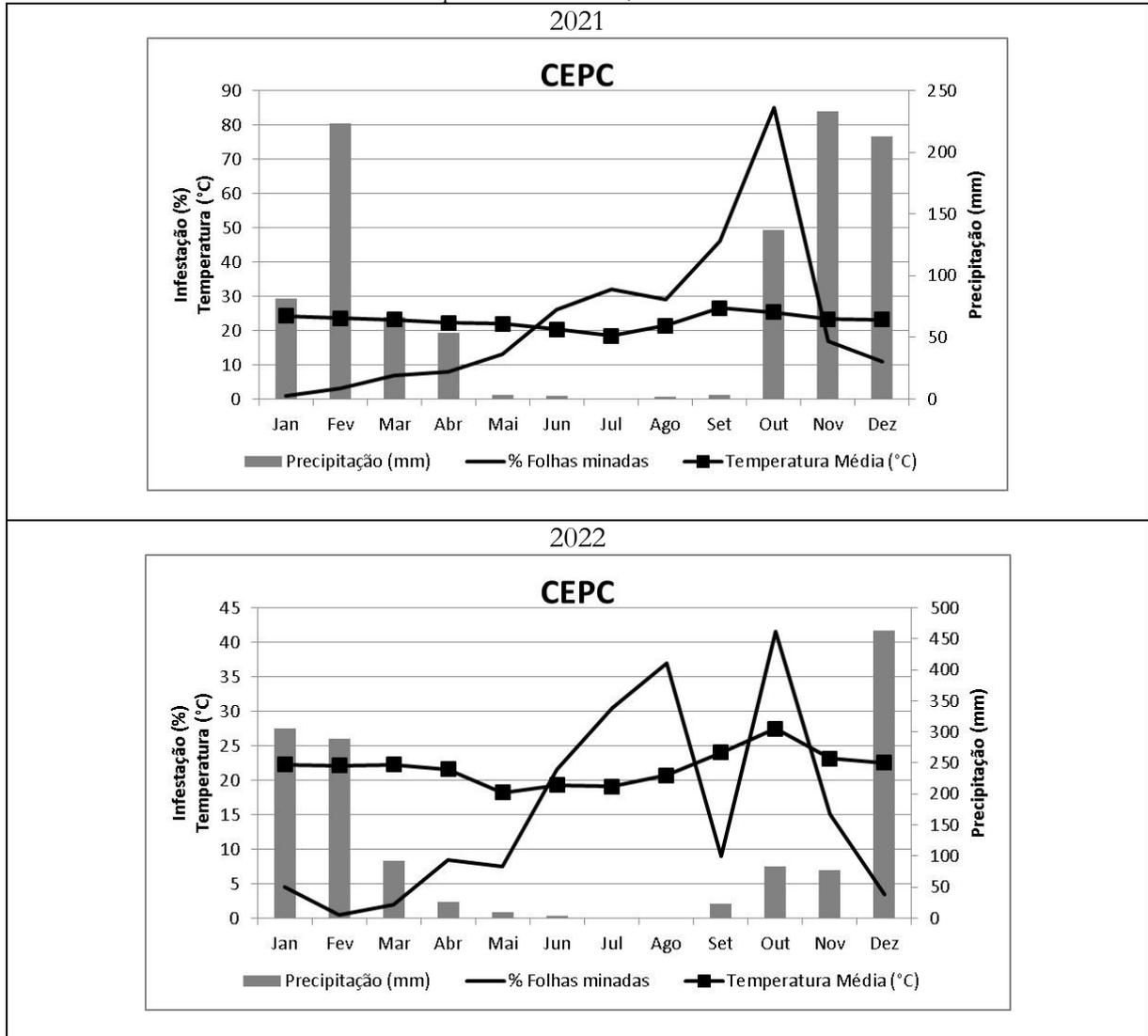
Fonte: Autores, 2023.

O potencial hídrico das folhas é um parâmetro importante relacionado à sua resistência ao estresse hídrico. O bicho-mineiro pode afetar o potencial hídrico das folhas, reduzindo sua capacidade de manter a turgidez e a função fotossintética. A infestação por bicho-mineiro pode levar ao aumento na transpiração e na perda de água pelas folhas, o que pode comprometer ainda mais o potencial hídrico. Além disso, folhas danificadas pelo inseto podem apresentar menor eficiência na absorção de água e nutrientes, acentuando os efeitos do estresse hídrico na planta. A relação entre menores precipitações e maiores temperaturas ocasionou maior déficit hídrico no ano de 2021, o que refletiu no menor potencial hídrico verificado em setembro de 2021, comparativamente a setembro de 2022.

De maneira geral, as condições climáticas determinam as condições hídricas das plantas, que, uma vez submetidas ao déficit hídrico, podem ser mais suscetíveis a pragas, como, por exemplo, o bicho-mineiro-do-cafeeiro (Meiros; Carvalho; Moraes, 2001; Silva *et al.*, 2021). Nas lavouras monitoradas na EPAMIG-CEPC, os cafeeiros apresentaram o dobro de porcentagem de

folhas minadas no ano de 2021, comparativamente ao ano de 2022. A infestação máxima de bicho-mineiro-do-cafeeiro foi de 85% em 2021 e de 41,5% no ano de 2022 (Figura 3). Portanto, as altas temperaturas no período mais seco do ano de 2021, além de terem favorecido a redução do ciclo biológico do bicho-mineiro-do-cafeeiro, aumentando o número de gerações, resultaram em plantas estressadas, o que aumentou a sensibilidade das plantas a essa praga, podendo ocasionar desfolha.

Figura 3 - Dinâmica da infestação (%) do bicho-mineiro-do-cafeeiro nos anos de 2021 e 2022 no município de Patrocínio, Minas Gerais.



Fonte: Autores, 2023.

Por fim, as condições de baixa hidratação, a ocorrência de geadas e o ataque de bicho-mineiro podem ter contribuído para a diminuição da produtividade e do rendimento de grãos dos cafeeiros na região do Cerrado de Minas Gerais, na safra 2021/2022. A produtividade média do café Arábica na safra 2022 (Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste de Minas) foi de 23,1 sc/ha, 9% inferior à da safra 2021 (ano de bienalidade negativa), e, 34% inferior em relação ao obtido na safra

2020 (ano de bienalidade positiva), quando foi alcançada a produtividade média de 30,96 sc/ha (Acompanhamento da Safra Brasileira, 2022).

4 CONCLUSÃO

Na região do Cerrado de Minas Gerais, as condições climáticas no ano de 2022 favoreceram o déficit hídrico menos pronunciado e a menor infestação de bicho-mineiro-do-cafeeiro, comparativamente ao ano de 2021. Dessa forma, o manejo da lavoura por meio de sistemas de irrigação e/ou sombreamento com espécies arbóreas, que permitam conservar a umidade do solo e, por consequência, aumentar o potencial hídrico foliar, podem reduzir os danos causados por pragas à cultura, favorecendo o Manejo Integrado de Pragas e evitando que o bicho-mineiro cause prejuízos severos à produção da cultura.

Com o objetivo de desenvolver uma tática de manejo racional do bicho-mineiro-do-cafeeiro, com impactos mínimos sobre a cultura e o meio ambiente, a EPAMIG está desenvolvendo pesquisas sobre a relação entre a condição hídrica do cafeeiro e a dinâmica das pragas do café. A expectativa é a de que modelos de previsão mais precisos e específicos, resultantes dessas pesquisas, possam subsidiar técnicos e agricultores quanto ao manejo global das lavouras em nosso Estado.

Agradecimentos e financiamento

Agradecimentos ao Consórcio Pesquisa Café (CP&D Café), FAPEMIG, CNPq, INCT-Café pelos auxílios recebidos para a elaboração do trabalho, seja na forma de bolsas de estudo ou por meio do financiamento de projetos de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA: **Café - Safra 2022** - quarto levantamento. Brasília, DF: CONAB, v. 9, n. 4, p. 1-52, 2022.

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA: **Café - Safra 2024** - quarto levantamento. Brasília, DF: CONAB, v. 1, n. 1, p. 1-46, 2024.

CONCEIÇÃO, C.H.C. **Biologia, dano e controle do bicho-mineiro em cultivares de café arábica**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 2005. v. 86, 120 p. (Boletim Técnico).

DANTAS, J.; MOTTA, I.O.; VIDAL, L.A.; NASCIMENTO, E.F.M.B.; BILIO J.; PUPE, J.M.; VEIGA, A.; CARVALHO, C.; LOPES, R.B.; ROCHA, T.L.; SILVA, L.P.; PUJOL-LUZ, J.R.; ALBUQUERQUE, E.V.S. A comprehensive review of the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) - A major pest for the coffee crop in Brazil and others Neotropical countries. **Insects**, v. 12, n. 12, p. 1130-1151, 2021.

MEIRELES, D. F.; CARVALHO, J. A.; MORAES, J. C. Avaliação da infestação do bicho-mineiro e do crescimento do cafeeiro submetido a diferentes níveis de déficit hídrico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 1, p. 371-374, 2001.

SILVA, A. S.; BERNARDI, L. F. O.; MATOS, C. S. M.; PEREIRA, A. B.; ALCÂNTARA, E. N. Long-term study in *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) population from southern Minas Gerais, Brazil. Lundiana, **International Journal of Biodiversity**, v. 15, n. 1, p. 1-6, 2022.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

CAPÍTULO 18

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MELÃO AMARELO NO CERRADO SUL-MARANHENSE

Lívia Kellen Ferreira da Costa Santos   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

Luís Eduardo da Silva   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

Vanessa Pereira Martins   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

Roberto Barros Aguiar   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

Rodrigo de Souza Pinheiro   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

Ana Carolina de Assis Dantas   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

Ávila Stéfany Mota de Oliveira   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

Laura Evenly dos Reis Rosa   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

Dhâmarys Aynoã Barbosa   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

Richardson Soares de Souza Melo   

Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.699 

Resumo: O melão (*Cucumis melo* L.) é uma cucurbitácea muito adaptada a diferentes solos e clima e exigente em altas temperaturas, o que justifica seu cultivo bem-sucedido na região Nordeste. Nesse sentido, é de suma importância a identificação da melhor variedade adaptada às condições edafoclimáticas, com alto rendimento e atendendo às exigências do mercado consumidor. Dessa forma, o objetivou-se avaliar o desempenho agrônomico de três cultivares de melão amarelo (GoldNews, Mandachuva e Goldex), além de identificar a capacidade produtiva e qualidade dos frutos dessas cultivares, no IFMA - Campus São Raimundo das Mangabeiras. Para isso, foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições. Foram avaliadas as características peso médio dos frutos (PMF), cavidade longitudinal (CL) e transversal (CT), diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT), índice de formato de fruto (IFF), teor de sólidos solúveis (SS), o pH (potencial hidrogeniônico) e acidez total titulável (ATT). Verificou-se bom desempenho quanto às características agrônomicas e de qualidade do fruto, com potencial para exploração no município de São Raimundo das Mangabeiras -MA. As cultivares apresentaram diferenças apenas para a variável índice de formato de fruto (IFF). Diante dos resultados admite-se, que todas cultivares apresentaram bom desempenho nas condições edafoclimáticas do município de Mangabeiras, possuindo características para comercialização, regional e nacional.

Palavras-chave: *Cucumis melo*. Produção. Qualidade de fruto.

1 INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça-fruto, da família das cucurbitáceas, de grande importância econômica, cultivada em diversas partes do mundo devido à sua adaptabilidade a diferentes solos e climas (Wu *et al.*, 2020). É muito valorizada e cada vez mais popular no Brasil. É de grande importância, contribuindo significativamente para a geração de empregos e para a economia brasileira, especialmente na região Nordeste, uma vez que esta é responsável pela maior participação na produção e exportação de frutas (Dantas, 2015).

Em 2022 foram colhidas no Brasil, aproximadamente, 699.281 toneladas de melão em uma área de produção de 27.457 hectares (ha) com rendimento médio de 25.468 kg ha⁻¹, com destaque para o estado do Rio Grande do Norte, na região Nordeste (IBGE, 2022). Apesar de números elevados de área de produção de melão e rendimento no país, o estado do Maranhão possui somente 13 hectares de plantação com rendimento 7.538 kg ha⁻¹ (IBGE, 2022).

Estudos avaliando a adaptação de diferentes variedades são muito importantes pois fornecem resultados que podem melhorar a quantidade e a qualidade dos frutos, já que a produção está diretamente relacionada às condições edafoclimáticas em que são submetidas (Carmo *et al.*, 2015). Nesse sentido, a identificação da melhor variedade, adaptadas às condições edafoclimáticas da região sul maranhense são de suma importância. Com isso, objetivou-se avaliar o desempenho agrônomico de três cultivares de melão amarelo no município de São Raimundo das Mangabeiras< Maranhão, Nordeste do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de agosto a dezembro de 2023, na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - Campus São Raimundo das Mangabeiras, localizado na Mesorregião do Sul Maranhense, Microrregião Chapada das Mangabeiras, situado nas coordenadas 7° 01' 19" S e 45° 28' 51" W, a 225 metros acima do nível do mar. O clima é classificado como tropical (*Aw*) subúmido seco, segundo a classificação de Koppen, podendo ser caracterizado por duas estações bem definidas: o verão, que vai de novembro a abril – com precipitações frequentes, atingindo média de 170 mm ao mês –, e o inverno, mais seco, de maio a outubro (Correia-Filho *et al.*, 2011).

O preparo de solo foi efetuado 20 dias antes do transplante, constituído por duas gradagens, com grade aradora de discos seguida de uma grade niveladora de discos. A semeadura foi realizada em bandejas de isopor de 200 células, contendo substrato comercial e foi mantida em casa de vegetação até o momento do transplante, quando as plântulas apresentavam a segunda folha verdadeira, aproximadamente aos 15 dias após o plantio.

O trabalho foi conduzido entre os meses de agosto de dezembro de 2023, os tratamentos constituíram de três cultivares comerciais de melão amarelo: T1-Gold News, T2- Mandachuva e T3- Goldex. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, cada parcela foi formada por uma linha com cinco plantas, com espaçamento de 2,0 m entre as linhas e 0,5 m entre plantas. Uma amostra de cinco frutos por repetição de cada material foi utilizada para as análises morfológicas.

Durante todo o experimento foram efetuadas três capinas manuais aos 15, 30 e 45 DAT. O manejo de pragas e doenças foi realizado de acordo com a necessidade de aplicações de fungicidas e inseticidas, sendo encontradas as seguintes pragas na cultura, mosca minadora (*Lyriomyza* Spp.), mosca branca (*Bemisia tabaci*). A única doença que foi verificada foi a Fusariose, causado pelo fungo *Fusarium* já no final do experimento. As pulverizações foram feitas com atomizador costal duas vezes durante o experimento, fazendo uso de princípios ativos específicos para a cultura do meloeiro.

As colheitas foram realizadas manualmente, sendo feita de acordo com a maturidade dos frutos, que variou para cada tipo. Os frutos foram retirados das plantas com auxílio de canivetes, identificados com marcadores permanentes e transportados para o Laboratório de Agroindústria Vegetal para avaliação dos caracteres estudados.

A avaliação dos componentes de qualidade foi realizada no laboratório de Agroindústria Vegetal, no IFMA SRM, inicialmente mensurando, de forma individual, o peso médio dos frutos (PMF), em Kg, utilizando uma balança digital. Os frutos foram então cortados ao meio e foi

determinada a cavidade transversal (CT) e longitudinal (CL) e diâmetro transversal (DT) e longitudinal (DL) do fruto com auxílio de uma régua. Além disso, foi medido o teor de sólidos solúveis totais (SST), determinado por meio de refratômetro digital, com compensação automática de temperatura, obtido pela retirada de uma fatia de cada um dos frutos, cortada longitudinalmente e retiradas algumas gotas para que fossem feitas duas leituras, por meio das quais se encontrou o valor médio do fruto, expresso em percentagem de °Brix; e, o índice de formato do fruto (IFF) que foi obtido pela relação do diâmetro longitudinal e o transversal do fruto.

A avaliação dos componentes de qualidade química foi realizada no laboratório de Química, no IFMA-SRM. O pH (potencial hidrogeniônico) foi determinado diretamente em potenciômetro previamente calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e 4,0; e acidez total titulável (ATT) foi determinada pipetando uma alíquota de 5 mL de extrato do suco e acrescidos 45mL de água destilada, juntamente com 5 gotas do indicador fenolftaleína alcoólica, a 1%. Foi então realizada a titulação com hidróxido de sódio, a 0,1 N, até o ponto de viragem, sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico, conforme metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2005); e o Ratio, proporção SST e ATT, foi obtido pelo quociente entre os valores de sólidos solúveis e acidez total titulável (%).

Os resultados foram expressos em termos de média \pm desvio padrão. As variáveis analisadas foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com uso do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que os valores de coeficiente de variação (C.V) variaram de baixo a médio para as variáveis analisadas, conferindo boa precisão aos dados (Pimentel, 2009). Conforme descrito na tabela 1, verificou-se significância a 5% de probabilidade apenas para a variável índice de formato de fruto (IFF) e não significativo para peso (P), cavidade longitudinal (CL) e cavidade transversal (CT), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) dos frutos pelo Teste F.

Não houve diferença significativa entre as cultivares para o peso dos frutos. Sales *et al.* (2019) avaliaram o efeito de fertilizantes e cobertura de solo no melão Gaúcho em Crato, Ceará, e encontraram peso médio dos frutos igual a 1,10 kg, sendo inferior aos encontrados no presente trabalho. O peso médio do fruto está diretamente relacionado com o tamanho do fruto, então quanto maior o peso, maior será o fruto (Tabela 1).

Tabela 1 - Peso médio dos frutos (PMF), cavidade longitudinal (CL), cavidade transversal (CT), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT) e índice de formato de fruto (IFF) de três cultivares de meloeiro amarelo cultivadas no IFMA Campus São Raimundo das Mangabeiras.

Cultivares	PMF	CLF	CTF	DLF	DTF	IFF
Gold News	1,48 a	12,41 a	7,31 a	16,90 a	13,93 a	1,21 ab
Mandachuva	1,63 a	13,04 a	7,40 a	18,28 a	14,36 a	1,27 a
Goldex	1,59 a	11,54 a	7,11 a	16,47 a	14,56 a	1,13 b
Teste F	0,60 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,02*
Média	1,57	12,33	7,27	17,22	14,28	1,20
CV (%)	11	6,17	2,12	5,89	4,32	3,00

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%): coeficiente de variação; Teste F: nível de significância, *Significativo ($p < 0,05$); ns não significativo.

Fonte: Autores, 2023.

Para cavidade longitudinal e transversal do fruto e para o diâmetro longitudinal e transversal do fruto não houve diferenças significativas entre as cultivares de melão amarelo. Dalastra *et al.* (2015) encontraram valores para cavidade longitudinal de 8,04 cm e 4,03cm para cavidade transversal para a cultivar Goldex, inferiores aos obtidos neste trabalho. Segundo Nunes *et al.* (2004), quanto à qualidade dos frutos, os valores de cavidade longitudinal e transversal do fruto devem ser os menores possíveis, pois estes parâmetros indicam as dimensões da cavidade interna dos mesmos. Portanto, frutos com cavidade interna menor são mais resistentes ao manuseio, transporte e vida pós-colheita, independentemente do tamanho do fruto.

Além disso, não são bem aceitos pelo mercado consumidor, pois tem um menor rendimento. Dalastra *et al.* (2015) encontraram valores inferiores aos obtidos nesse estudo para a cultivar Goldex, de 14,81 cm para diâmetro longitudinal e 11,86cm para diâmetro transversal. Sales et al (2019) obtiveram diâmetro dos frutos igual a 10,79 cm, também inferior ao deste experimento.

Para o índice de formato do fruto, as cultivares tiveram valores estatisticamente diferentes, sendo o maior índice obtido para a cultivar Mandachuva (1,27). Franco (2020) ao avaliar quatro genótipos de melão amarelo, obteve valor médio para o índice de formato de fruto em torno de 1,54. Valor superior ao do presente estudo foi obtido por Dalastra *et al.* (2015) para a cultivar Goldex (1,24). Observa-se na Tabela 2 que não houve diferença significativa para as variáveis teor de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT) e ratio pelo teste F.

Tabela 2 - Sólidos solúveis totais (SST °BRIX), potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT) e ratio de três cultivares de meloeiro amarelo cultivadas no IFMA Campus São Raimundo das Mangabeiras.

Cultivares	(SST °Brix)	pH	ATT (%)	RATIO
Gold News	10,32 a	6,20 a	0,41 a	27,88 a
Mandachuva	9,16 a	6,22 a	0,38 a	26,32 a
Goldex	9,75 a	6,16 a	0,51 a	20,67 a
Teste F	0,16 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,14 ^{ns}
Média	9,74	6,19	0,43	24,96
C.V (%)	5,97	0,90	13,14	14,44

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. C.V(%): coeficiente de variação; Teste F: nível de significância, *Significativo ($p < 0,05$); ns não significativo.

Fonte: Autores, 2023.

Em relação ao teor de sólidos solúveis (SST), as três cultivares obtiveram teores médios, variando de 9,16 a 10,32 °Brix, sendo estatisticamente iguais. Valores inferiores aos do presente estudo foram descobertos por Sales *et al.* (2019) variando de 4,80 a 5,30 °Brix. Dalastra *et al.* (2015) encontrou valores superiores de SST ao desse trabalho, para a cultivar Goldex, de 14,46 °Brix. Já os valores obtidos por Franco (2020) para quatro híbridos de melão amarelo foram semelhantes aos desse experimento.

Os valores obtidos para pH variaram de 6,16 a 6,22, considerados estatisticamente iguais. Franco (2020) obteve resultados superiores ao deste experimento, com média de pH igual a 7,5. Já Carmo *et al.* (2017), obteve valores inferiores para melão amarelo, de 5,34. Dalastra *et al.* (2015) obteve valor semelhante ao deste experimento, para a cultivar Goldex, de 6,60.

No presente trabalho os valores de acidez total titulável (ATT) variaram de 0,38 a 0,51 %. A cultivar Goldex obteve valor acima da faixa recomendada, de 0,5%, segundo Dalastra *et al.* (2015). Franco (2020) obteve valores inferiores ao deste trabalho, variando de 0,11 a 0,20% para quatro cultivares de melão amarelo.

A avaliação do ratio é uma das melhores maneiras de avaliar o sabor da fruta, determinando o equilíbrio de açúcares (SST) e ácidos (ATT) existentes. As cultivares obtiveram valores para ratio entre 20,67 e 27,88, sendo que a cultivar Goldex apresentou proporção menor que 25:1. Resultados superiores foram encontrados por Dalastra *et al.* (2015) para a cultivar Goldex (62,82). Franco (2020) encontrou média de 66,03 para quatro genótipos de melão amarelo. Ramos *et al.* (2012), destaca que há casos em que a acidez e os sólidos solúveis são baixos e podem proporcionar uma relação SS/AT elevada, induzindo a interpretações errôneas com relação ao sabor do fruto.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados, admite-se que o município de São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, possui condições edafoclimáticas que permitem o cultivo do melão em comparação aos principais centros produtores do Brasil.

Para todas as cultivares testadas no trabalho, GoldNews, Mandachuva e Goldex, as características avaliadas apresentaram-se estatisticamente iguais. Sendo assim, recomenda-se o cultivo no município de São Raimundo das Mangabeiras - MA de qualquer uma das três cultivares já que todas possuem características para comercialização, no âmbito regional e nacional.

Agradecimentos e financiamento

Instituto Federal do Maranhão (IFMA) e a FAPEMA pelo apoio e financiamento concedido.

REFERÊNCIAS

- CARMO, I. L. G. S.; FERREIRA, R.S.; SOUZA, J.T.A.; FIGUEREDO, L.F. MEDEIROS, R. D. Produção e qualidade de cultivares de melão em Savana de Boa Vista, Roraima. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 38, n. 2, p. 78-83, 2017.
- CARMO, I. L. G. S; NETO, J. L. L. M; TRASSATO, L. B., MEDEIROS, R. D.; PORTO, D. S. Desempenho agrônomo de cultivares de melancia no cerrado de Boa Vista, Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 268-274, 2015.
- Correia-Filho F. L.; Gomes, E. R.; Nunes, O. O; Lopes-Filho, J. B. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, Estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de São Raimundo das Mangabeiras**. Teresina: CPRM, 2011.
- DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M.; HACHMANN, T. L. Desempenho de cultivares de melão, em função do número de frutos por planta. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 4, n. 1, 2015.
- DANTAS, A. C. A. **Análise de QTLs e herança de caracteres associados à qualidade de melão**. 2015. 95 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: Universidade Federal Lavras, Lavras-MG 19 p, 2013.
- FRANCO, L. R. **Produção e qualidade de cultivares de meloeiro no município de Uruçuí-PI**. 2020. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - Campus Uruçuí, 2020.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2022). **Produção Agropecuária**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 abr. 2024.

IAL - INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos.** 4 ed. São Paulo, 2005. p. 1018.

NUNES, G. H. S.; SANTOS-JÚNIOR, J. J. S.; ANDRADE, F. V.; BEZERRA-NETO, F.; ALMEIDA, A. H. B.; MEDEIROS, D. C. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 744-747, 2004.

PIMENTEL, F. G. **Curso de Estatística Experimental.** 15ª edição. Piracicaba. FAELQ, 2009. 450p.

RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. C. S.; ARAGÃO, C. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. L. Desempenho de genótipos de melancia de frutos pequenos em diversas densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 333-338, 2012.

SALES, W. S.; LOBO, J. T.; FEITOSA, J. F. A.; CAMARA, F. T.; JUNIOR, J. M. C.; SANTOS, M. Â. C. M. Yield and quality in 'Caipira' melon in fertilization function. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 27-32, 2019.

WU, Z.; TU, M.; YANG, M.; XU, J.; YU, Z. Effect of cutting and storage temperature on sucrose and organic acids metabolism in postharvest melon fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.161, p.1-12, 2020.

CAPÍTULO 19

AVALIAÇÃO DO USO DE SOLUBILIZADOR DE FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO E INDICES AGRONOMICOS EM CULTIVAR DE ALHO NOBRE

Roberto Celio Antunes Júnior   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

Francisco Vilela Resende   

EMBRAPA, Brasil

Renata Caires de Souza   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

Alex Pereira de Oliveira   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

Vinícius Afonso Pereira   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

Ingrid Barros Meira   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

Juliane Bárbara Miranda Santos   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

Antonio Batista Cavalcanti Bisneto   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

Quelmo Silva de Novaes   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

Gisele Brito Rodrigues   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.700 

Resumo: O alho (*Allium sativum* L.) é uma cultura globalmente apreciada devido às suas propriedades benéficas, com a China destacando-se como o maior produtor e consumidor mundial. No Brasil, apesar da relevância econômica e social, a produção nacional não satisfaz a demanda interna, resultando em importações. Para aumentar a produtividade do alho brasileiro, são necessárias alternativas como a escolha de cultivares adequadas e o fornecimento eficiente de nutrientes. Este estudo avaliou o potencial de microrganismos solubilizadores de fosfato na cultivar San Valentim. Conduzido em campo experimental em vitória da conquista na Bahia, testou diferentes doses do solubilizador BiomaPhos[®], doze 0 (testemunha); 250; 500; 750; 1000 ml/ha. As doses de 250 e 500 ml/ha aumentaram a altura das plantas e o número de folhas expandidas. No entanto, o diâmetro do pseudocaulo, número de folhas aos 90 dias e emergência das plântulas não foram significativamente afetados. A produtividade total e a comercial não foram influenciadas, mas houve um aumento notável na produção comercial com a dose de 250 ml/ha. Conclui-se que o solubilizador de fósforo pode promover o crescimento do alho e aumentar sua produção, representando uma abordagem promissora para otimizar a cultura.

Palavras-chave: Alho. Produtividade. Solubilizador de fosforo.

1 INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.), pertencente à família Alliaceae, é uma das olerícolas mais consumidas no mundo pelas propriedades benéficas que possui. Seu cultivo é realizado em todos os continentes, sendo a China o principal produtor e consumidor mundial do produto (FAO, 2023). No Brasil, a cultura possui importância econômica e social, sendo produzida principalmente por pequenos e médios produtores (ANAPA, 2022). Em 2022, segundo o IBGE, o Brasil produziu cerca de 180 mil toneladas de alho, obtendo um rendimento médio de 13.615 kg por hectare. Entretanto, a produção brasileira não é capaz de suprir a demanda interna, tendo a necessidade de importar da China e Argentina (CONAB, 2022), tornando necessário a escolha de alternativas para aumentar a produtividade do alho brasileiro.

Uma das formas de otimizar a produção é a escolha de cultivares que apresentem características de interesse, como a San Valentim que, segundo a Embrapa (2015), é uma das cultivares de alho nobre que se destaca pela sua rusticidade e tolerância a pragas e doenças, possuindo ciclo tardio, bulbo com formato redondo, de coloração branca com 8 a 12 bulbilhos. Ademais, o fornecimento de nutrientes em quantidades adequadas para a cultura impacta a produtividade das lavouras. Nas primeiras semanas após a emergência, a folha de brotação utiliza apenas as reservas presentes nos bulbilhos e por isso a extração de nutrientes do solo, é reduzida até os 45 dias (Resende, 2009). Em relação aos períodos subsequentes, o nitrogênio e o potássio são os mais exigidos, sendo seguidos pelo enxofre, cálcio, fósforo e magnésio (Silva *et al.*, 1981).

Apesar de não ser o nutriente mais exigido pela cultura, o fósforo desempenha um papel fundamental no aumento da produtividade. É um dos componentes do ATP, desempenhando papel importante nas funções vitais das plantas, além de atuar no aumento de massa no bulbo (Luz

et al., 2019). Mesmo com baixa exigência, o fornecimento do nutriente para a cultura é alto devido a sua adsorção e indisponibilidade para as plantas. Entretanto, é estimado que cerca de 70% do P aplicado através de fertilizantes minerais ou orgânicos fica acumulado no solo em formas pouco acessíveis às plantas (Pavinato *et al.*, 2020).

De acordo com Massenssini (2015), os microrganismos presentes no solo se envolvem em processos ecológicos importantes, sendo capazes de disponibilizar nutrientes para as plantas e promover o crescimento destas em condições naturais, possuindo alta capacidade de solubilização de fontes insolúveis de fosfato. Na interação com as plantas, os microrganismos fornecem as fontes solúveis de fósforo às plantas e estas disponibilizam carboidratos, aminoácidos e outros compostos utilizados no crescimento do bacteriano (Carvalho *et al.*, 2016). O BiomaPhos é um inoculante a base de microrganismos solubilizadores de fosfato (MSP), que em razão da atividade dos *Bacillus*, aumenta a liberação de substâncias mineralizadoras e solubilizadoras de na região da rizosfera (Oliveira-Paiva *et al.*, 2020).

Uma outra tecnologia é a utilização de fertilizantes em que o fósforo esteja complexado a algumas substâncias, como os agentes quelantes, através de pontes de pontes metálicas com Fe, Ca ou Al (Urrutia *et al.*, 2014) que fazem com que a fixação do fósforo no solo seja reduzida. Alguns trabalhos como o de Giovaninni *et al.* (2013) atestam que esse tipo de aplicação aumenta a atividade microbiana no solo em comparação a utilização de superfosfato simples. Com esse estudo, teve-se como objetivo avaliar o potencial de microrganismos solubilizadores de fosfatos no desenvolvimento e produtividade da cultura do alho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Campus de Vitória da Conquista, BA (latitude 14° 53'10" S, longitude 40° 47' 59" W e altitude de 866m). A região possui clima seco úmido, semiárido e seco subúmido com vegetação típica de mata de cipó, transição entre Caatinga e mata fechada, solos do tipo Latossolos e Argissolos Eutróficos, com estações do ano com invernos frios e secos, verões secos e chuvas mal distribuídas durante o ano. A estação chuvosa começa no mês de outubro e vai até março, sendo os meses mais chuvosos: novembro, dezembro e janeiro, com médias mensais superiores a 100 mm; os meses mais secos são também os mais frios, que vai de maio a setembro, (sendo o mês de julho o mais frio do ano), a média anual de chuva é de 734,3 mm e temperatura média anual de 21,5 °C (Marcelino, 2021).

O trabalho foi conduzido em campo entre os meses de maio a setembro de 2022, com a cultivar San Valentim. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com 4

repetições. As parcelas constituídas por canteiros de 0,20 m de altura, 1,25 m de largura e 2,00 m de comprimento, com cinco linhas de plantio, totalizando 2,5 m². Os bulbilhos foram plantados a uma profundidade de 0,05 m com espaçamento de 0,25 entre linhas e 0,10 m entre plantas. A área útil foi disposta em três fileiras centrais, totalizando uma área de 1,35 m² com 54 plantas, descartando as plantas de bordadura.

O solo da área foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, (Embrapa, 2013), cujas amostras obtidas entre 0 -20 cm apresentaram as características químicas: 6,4 de pH em água; 2,3 dag/kg de matéria orgânica; 9,4 e 138 mg/dm³ de P e K, respectivamente; 0,1; 2,9; 0,6; 0,0; 1,9 cmolc/dm³ de Na, Ca, Mg, Al e H+Al, respectivamente e 0,5; 0,4; 25,7; 47,6; 2,2 mg/dm³ de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

Os bulbos-sementes da cultivar San Valentim foram adquiridas de produtor de alho semente de Santa Catarina – SC e submetidos ao processo de vernalização em câmara de resfriamento regulada com temperatura de 0 °C ±1 e umidade relativa do ar de 65-70%, durante 55 dias. Os bulbos foram retirados da câmara de resfriamento um dia antes do plantio para debulha e seleção do material. Apenas os bulbilhos maiores e com qualidade superior foram selecionados para o plantio.

Procedeu-se com o preparo da área realizando gradagem, subsolagem e uma aração, seguido do levantamento dos canteiros. A correção da acidez do solo foi realizada 60 dias antes do plantio do alho-semente, com a incorporação uniforme de calcário, baseada na análise de solo. Foi realizada uma fosfatagem usando com fonte o Super Simples (345 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Para a adubação de plantio e cobertura foram seguidas sugestões de Cavalcanti (2008) e Resende *et al.* (2004), com adaptações. Aos 8 dias após o plantio foram aplicadas as doses solubilizador de fósforo BiomaPhos[®]. 0 (testemunha), 250 ml/ha; 500 ml/ha; 750 ml/ha e 1000 ml/há. As doses de 750 e 1000 ml/há foram parceladas em duas vezes, portanto aplicou-se aos 8 DAP inicialmente 375 e 500 ml/ha, após a diferenciação aplicou-se o restante 50%. O produto foi diluído em água, considerando um volume de calda de 300 L/ha, e aplicado com o auxílio de um pulverizador costal.

Antes do plantio foi avaliado o Índice Visual de Superação de Dormência (IVD), sendo realizado plantio somente após a gema de brotação apresentar valores superiores ou iguais a 70%. O plantio foi executado observando a posição do bulbilho-semente, sendo colocado em pé, com o ápice da extremidade virado para cima.

As plantas daninhas durante o ciclo foram eliminadas por capinas manuais. O controle de pragas e doenças foi realizado com produtos recomendados para a cultura. A irrigação foi por aspersão convencional, utilizando micro aspersores espaçados em 3 m x 2 m e diâmetro de alcance

de 3 m, pressão de serviço: 20 m.c.a; Vazão do micro: 40 L/h; Molhação em média: 40 minutos. O estresse hídrico por escassez iniciou aos 44 DAP e se estendeu aproximadamente até 20 dias.

A primeira avaliação realizada foi a de emergência, na qual contou-se aos 15 e 30 DAP todas as plantas emergidas da área útil da parcela e os valores foram expressos em porcentagem (%). Aproximadamente aos 70 DAP, em uma amostra de 10 plantas aleatórias por parcela, foram avaliadas a altura das plantas com o auxílio de uma régua milimétrica, do nível do solo até a extremidade da folha mais comprida, sendo adotado como medição, centímetros. Também foi avaliado o número de folhas expandidas e folhas em senescência aos 90 DAP, 10 plantas ao acaso de cada parcela foram selecionadas, as quais foi medido diâmetro do pseudocaule, aproximadamente a 5 cm do colo da planta, com um paquímetro digital.

A colheita foi realizada à medida que a cultivar apresentou sinais de maturação, aos 140 DAP. As plantas foram submetidas ao processo de “cura” cobertas com palhada e acondicionadas em ambiente protegido, arejado e seco, permanecendo por aproximadamente 20 dias. Após a cura, foi realizado a toailete dos bulbos, através do corte do pseudocaule à 1 cm acima do bulbo, retirando-se as raízes e películas sujas.

Os bulbos foram classificados pelo diâmetro transversal em padrões comerciais de tamanho de acordo com a portaria N° 242 de 17/09/1992 do MAPA (Brasil, 1992) nas seguintes classes: Não comercial (<32 mm), Classe 3 (>32 mm até 37 mm), Classe 4 (>37 mm até 42 mm), Classe 5 (>42 mm até 47 mm), Classe 6 (>47 mm até 56 mm) e classe 7 (>56 mm). A partir do somatório das classes foi possível determinar a produtividade total ($t\ ha^{-1}$) utilizando a razão entre a massa dos bulbos de cada categoria pela produção total com os valores expressos %. A produção comercial ($t\ ha^{-1}$) foi estimada pelo somatório das classes com exceção da Classe Não comercial e a razão da produtividade total.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, ao teste de Tukey para o efeito do uso das doses do inoculante, utilizando-se o programa de análise estatística Sisvar v.4.2 (Ferreira, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas foi influenciada pelo uso do solubilizador de fósforo, os maiores valores foram observados quando se utilizou as seguintes doses 250 e 500 ml por hectare, não apresentando diferença significativa entre as demais doses estudadas no presente trabalho (Tabela 1). Gouda e Mousa em seu estudo com inoculação de alho com *Thiobacilli* obteve resultados semelhante ao presente trabalho onde a utilização de microrganismo solubilizador de fosfato influenciou na altura das plantas. O número de folhas expandidas apresentou médias superiores a testemunha sendo

obtidos os maiores valores em todas as doses do solubilizador utilizadas no presente estudo (Tabela 1). Bento *et al.* (2015) em sua investigação sobre adubação fosfatada e inoculação com microrganismos solubilizador de fosfato na cultura do alho obteve resultados onde o número de folhas não foi influenciado pela utilização dos inoculantes, sendo os resultados divergentes do presente trabalho.

Tabela 1 - Altura e número de folhas expandidas de plantas de alhos submetidas a doses de solubilizados de fósforo.

Tratamentos ml/ha	Altura da Planta (cm)
0	75,35b
250	79,70ab
500	84,70a
750	78,67b
1000	78,10b
CV (%)	10,29
Tratamentos ml/ha	Número de Folhas Expandidas
0	6,025b
250	6,50ab
500	6,825a
750	6,425ab
1000	6,40ab
CV (%)	13,49

CV = coeficiente de variação. Medias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Fonte: Autores, 2024.

O diâmetro do pseudocaule, número de folhas expandidas aos 90 dias e número de folhas senescentes aos 90 dias não foram estatisticamente influenciadas pela utilização de solubilizador de fósforo. Souza e Cruz (2024) ao avaliarem a coinoculação de alho com *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescences* em condições de adubação reduzida obteve resultados divergente ao presente trabalho, ao observarem que a variação do pseudocaule apresentou um decréscimo de valores, de acordo com o aumento da dose do inoculante.

A emergência das plântulas aos 15 dias não apresentou diferença significativa entre os tratamentos estudados. Durante a emergência, as reservas dos bulbilhos são suficientes para suprir as necessidades nutricionais que a planta necessita para sua emergência (Nick; Borém, 2017; Resende *et al.*, 2018).

A produtividade total e comercial não foi influenciada pela utilização do solubilizador de fósforo, embora esse parâmetro seja influenciado diretamente pela adubação fosfatada. Quando se utilizou a dose de 250 ml por hectare teve-se um incremento de 65% na produção comercial de alho, os valores obtidos no presente trabalho variam entre 3,715 a 6,301 t/ha.

Tabela 2 – Produtividade Total, produtividade comercial, número de folhas expandidas aos 90 dias, número de folhas senescente aos 90 dias, diâmetro do pseudocaule, emergência de plântulas aos 15 e 30 dias de plantas de alhos submetidas a doses de solubilizados de fósforo.

Tratamentos (ml ha ⁻¹)	Produtividade Total (t ha ⁻¹)
0	12,332 ^a
250	13,324 ^a
500	13,880 ^a
750	11,880 ^a
1000	10,619 ^a
CV (%)	
Tratamentos (ml ha ⁻¹)	Produtividade Comercial (t ha ⁻¹)
0	3,803 ^a
250	6,301 ^a
500	4,299 ^a
750	5,620 ^a
1000	3,715 ^a
CV (%)	
Tratamentos (ml ha ⁻¹)	Número de Folhas Expandidas aos 90 Dias
0	5,35 ^a
250	5,57 ^a
500	5,82 ^a
750	5,47 ^a
1000	5,17 ^a
CV (%)	
Tratamentos (ml ha ⁻¹)	Número de Folhas Senescentes aos 90 Dias
0	3,70 ^a
250	4,10 ^a
500	3,70 ^a
750	3,97 ^a
1000	4,07 ^a
CV (%)	
Tratamentos (ml ha ⁻¹)	Diâmetro do Pseudocaule (mm)
0	13,69 ^a
250	14,41 ^a
500	14,43 ^a
750	14,67 ^a
1000	15,05 ^a
CV (%)	
Tratamentos (ml ha ⁻¹)	Emergência de Plântulas aos 15 Dias (%)
0	96,25 ^a
250	98,75 ^a
500	98,12 ^a
750	98,12 ^a
1000	98,12 ^a
CV (%)	

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Fonte: Autores, 2024.

4 CONCLUSÃO

O uso de solubilizador de fósforo apresenta potencial de atuar no crescimento da planta de alho e em incrementar a sua produção.

REFERÊNCIAS

- ANAPA. **Campanha “Brasil Temperado” já surte efeitos.** Disponível em: <https://anapa.com.br/campanha-brasil-temperado-ja-surte-efeito/#:~:text=Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20empregos,mais%20de%20250%20mil%20empregos>. Acesso em: 23/04/2024.
- BENTO, R. U; VENÂNCIO, D. G; RIBEIRO, M. A; SILVA, E. P; PELÁ, A; II CONGRESSO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG., Pirenópolis. **Adubação fosfatada e inoculação com microorganismos solubilizadores de fosfato na cultura do alho.** Pirenópolis, 2015. 10 p.
- CARVALHO, R. M. M.; SILVA, M. R.; CARVALHO, F. C. T.; REBOUÇAS, R. H.; SOUSA, O. V. Bactérias Solubilizadoras de Fosfato em solo rizosférico da Caatinga. **Revista Geonorte – Edição Especial** V. v. 7, n. 26, p. 48-60, 2016.
- Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise mensal – Alho: dezembro de 2022.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-alho/item/19745-alho-analise-mensal-dezembro-2022>. Acesso em: 23 mar. 2024.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. **Cultivares de alho.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/hortalicas/alho/cultivares>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **FAOSTAT: food and agricultural commodities production.** Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- GIOVANNINI, C. G. M. *et. al.* Effect of organic-complexed superphosphates on microbial biomass and microbial activity of soil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 395-401. 2013.
- GOUDA, A. E. A. I.; MOSA, A. A. A. Effect of different potassium and sulfur fertilization rates and silicate and/or *Thiobacilli* bacteria inoculation on garlic (*Allium sativum* L.). **Journal of Plant Production**, v. 6, p. 1371-1384, 2015.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Alho.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/alho/br>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- LUZ, J. M. Q. *et. al.* **Manejo de fertilizantes fosfatados no alho.** Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/manejo-sustentavel-de-fertilizantes-fosfatados-no-alho>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- MASSENSINI, A. M.; TÓTOLA, M. R.; BORGES, A. C. COSTA, M. D. Solubilização potencial de fosfatos mediados pela microbiota rizosférica de eucalipto cultivado em

topossequência típica da zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140339>. Acesso: 24 abr. 2024.

NICK C.; BORÉM A. **Alho**: do plantio à colheita. Viçosa, Minas Gerais: Editora UFV, 2017.

OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; COTA, L. V.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A., SOUSA, S. M. de; LANA, U.G.P.; SANTOS, F. C.; PINTO-JÚNIOR, A. S.; ALVES, V. M. C. **Viabilidade técnica e econômica do Biomaphos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas culturas de milho e soja**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020a. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 210)

PAVINATO, P. S.; CHERUBIN, M. R.; SOLTANGHEIS, A.; ROCHA, G. C.; CHADWICK, D. R.; JONES, D. L. Revealing soil legacy phosphorus to promote sustainable agriculture in Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, 2020.

RESENDE, F. V.; FAQUIN, V.; SOUZA, R. J.; SILVA, V. S. Acúmulo de matéria seca e exigências nutricionais de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 17 n. 3, p. 220-226, nov. 1999.

RESENDE, G. M. Nutrição, Calagem e Adubação. *In*: MACÊDO, F. S. **Cultura do alho – Tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, 2009. p. 65-89.

SOUZA, R. M; CRUZ, S. P. Coinoculação de alho com *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* em condições de adubação reduzida. **Revista Ciência Agrícola**, v. 22, p. e13573–e13573, 2024.

URRUTIA, O. *et. al.* Physico-chemical characterization of humic-metal-phosphate complexes and their potential application to the manufacture of new types of phosphate-based fertilizers. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 117, n. 2, p. 128-136, 2014.

CAPÍTULO 20

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM PLANTAS SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Patrycia Elen Costa Amorim   

Universidade Federal Rural do Semi-árido-UFERSA, Brasil

Larissa Ferreira Gomes Chaves   

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Brasil

Jéssica dos Santos Almeida   

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Brasil

Agda Malany Forte de Oliveira   

Universidade Federal Rural do Semi-árido-UFERSA, Brasil

João Luiz Lima   

Universidade Federal Rural do Semi-árido-UFERSA, Brasil

Rodrigo Rafael da Silva   

Universidade Federal Rural do Semi-árido-UFERSA, Brasil

Vander Mendonça   

Universidade Federal Rural do Semi-árido-UFERSA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.701 

Resumo: O estresse hídrico é um dos principais problemas ambientais à nível global que limitam a produtividade das culturas, gerando desequilíbrios no crescimento, fisiologia, nutrição e produção das plantas. Assim, o objetivo da pesquisa foi realizar uma análise bibliométrica da produção científica sobre o uso de fungos micorrízicos arbusculares em plantas sob estresse hídrico. Foi realizado uma análise bibliométrica de artigos científicos publicados mundialmente, no período de 1996 a 2024, obtidos nas bases Web of Science (WoS) que abordassem sobre “fungos micorrízicos arbusculares” e “estresse hídrico” e “plantas”. Os dados foram analisados em software, gerando gráficos e tabelas. O estudo identificou 234 artigos, com taxa de crescimento anual de publicações de 4%. O país que mais publicou artigos no mundo foi a China. As 234 publicações encontradas foram de 129 periódicos e escritas por 962 autores. As principais palavras-chave adotadas foram: “*growth*”, “*water-stress*”, “*drought stress*”, “*tolerance*” e “*arbuscular mycorrhizal fungi*”. O estudo identificou que a temática evoluiu ao longo do tempo, com padrões de oscilações, apesar de uma estagnação inicial das publicações. Essas descobertas são importantes para pesquisadores, pois direcionam os processos de desenvolvimento e tendências futuras da pesquisa sobre o FMA como atenuador do estresse hídrico das plantas.

Palavras-chave: Bibliometria. Micorrizas. Déficit hídrico.

1 INTRODUÇÃO

O estresse hídrico ocasionado pela indisponibilidade de água, tornou-se um dos principais problemas ambientais mundiais e causas da perda de produtividade e colheita das plantas. Segundo Das e Sarkar (2024) as mudanças no climáticas ocasionam alterações nas frequências de chuva, sucedendo em um aumento nas ocorrências de secas em todo mundo, o que representa uma ameaça para a agricultura. A escassez de água gera inibição do crescimento, senescência foliar, redução da biomassa, interfere na relação hídrica das plantas, deficiência/absorção de nutrientes, seca fisiológica, destruição dos pigmentos fotossintéticos, reduz a fotossíntese. Ademais, o estresse implica na produção excessiva das espécies reativas de oxigênio (ERO), levando a danos ou morte na célula e membrana celular, interferindo assim em processos fisiológicos, enzimáticos e químicos na planta inteira (Cheng *et al.*, 2021; Madouh; Quoreshi, 2023).

O uso de agentes biológicos como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são considerados uma alternativa promissora para atenuação dos efeitos adversos da seca nas plantas, pois desempenham um papel fundamental nos ecossistemas (Wang *et al.*, 2024). Os FMAs apresentam função crucial como ferramenta biológica no aumento da resiliência das plantas à seca, ao mesmo tempo que promovem a plasticidade fenotípica através do estabelecimento de associações mutualísticas com as espécies vegetais hospedeiras (Das; Sarkar, 2024).

Os FMAs possuem efeitos significativos no desenvolvimento das plantas e podem aumentar a tolerância das mesmas ao estresse hídrico através da melhoria da estrutura do solo, absorção de nutrientes e água pelas plantas hospedeiras, atividade antioxidante, aumentando o ajuste osmótico, melhora a regulação do equilíbrio hormonal e induz expressão de genes de

resistência ao estresse hídrico (Cheng *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2024). Diversos estudos afirmam os efeitos benéficos dos FMAs sobre a tolerância de culturas impostas ao estresse hídrico ((Zhang *et al.*, 2019; Begum; Ahanger; Zhang, 2020; Madouh; Quoreshi, 2023).

Neste cenário, considerando que as pesquisas sobre estresse hídrico nas plantas e FMAs são interessantes para o avanço da agricultura em regiões com a problemática e também para o aperfeiçoamento da produção científica, torna-se essencial adquirir informações sólidas e tendências sobre a temática abordada em bases de dados, como *Web of Science* (WoS) através do método bibliométrico. Essa técnica consiste no uso de métodos estatísticos para descrever e quantificar estudos científicos (Aria; Cuccurullo, 2017; Mourão; Martinho, 2020), fornecendo uma visão geral abrangente e classificação de pesquisas passadas e atuais, bem como o desenvolvimento de campos de pesquisas emergentes (Chen *et al.*, 2021). Assim, o objetivo da pesquisa foi realizar uma análise bibliométrica da produção científica sobre o uso de fungos micorrízicos arbusculares em plantas sob estresse hídrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo realizou uma análise bibliométrica quantitativa para identificar as características das publicações científicas em relação ao uso de fungos micorrízicos arbusculares em plantas submetidas ao estresse hídrico de 1996 a 2024 (acesso em 29/04/2024). Os dados das publicações foram obtidos no banco de dados WoS (*Web of Science*) disponibilizada no Portal de Periódicos CAPES. Tal base de dados foi escolhida por ser uma plataforma acadêmica abrangente e multidisciplinar do mundo, além de ser uma das principais fontes confiáveis e altamente citada para análise bibliográfica (Mobgeon; Paul-Hus, 2016).

As palavras-chave de pesquisa utilizadas foram: “*Arbuscular mycorrhizal fungi*” AND “*water stress*” AND “*plants*”. Um total de 234 documentos foram obtidos com a estratégia de busca. Em seguida, a lista de documentos foi baixada e salva em extensão txt para a análise bibliométrica utilizando o software RStudio (versão 4.3.3), com a função “*biblioshiny*” do pacote R, responsável por realizar as análises dos dados, exibidos na forma de gráficos e tabelas (Aria; Cuccurullo, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações gerais sobre os dados obtidos na pesquisa entre 1996 e 2024 são apresentadas na Tabela 1. Houve 234 publicações relacionadas ao uso de FMAs e plantas sob estresse hídrico, identificadas em 129 periódicos, envolvendo 962 autores, sendo uma média de documentos de 6,49 e um total de 654 palavras-chave. A taxa média de crescimento anual de 4%

em 28 anos, demonstrando uma evolução de pesquisas nesse período. Ademais, nota-se a porcentagem de influência da coautoria internacional nos artigos publicados de 34,62 % do total.

Tabela 1 - Informações gerais.

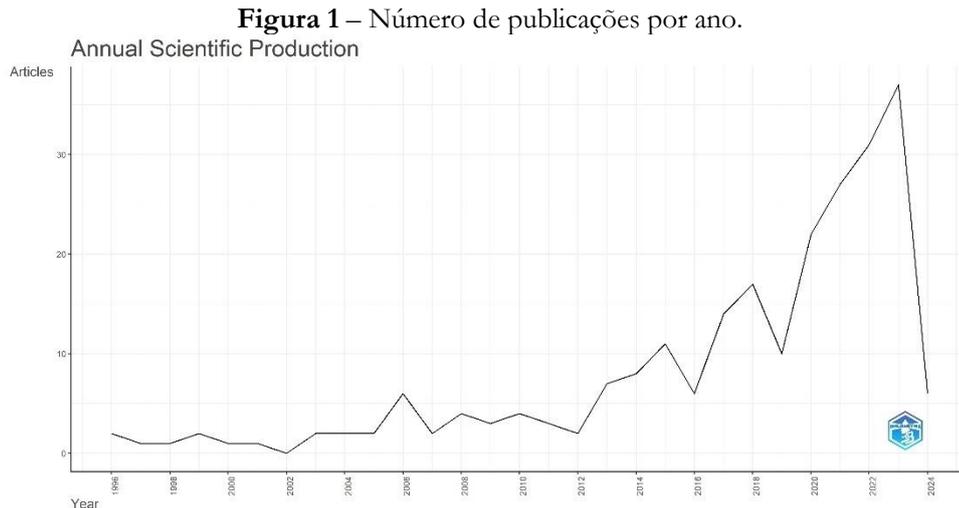
Descrição	Resultados
[Intervalo de tempo]	1996:2024
[Fontes (Revistas, Livros, etc)]	129
[Documentos]	234
[Taxa de crescimento anual%]	4
[Média de documento]	6,49
[Palavras-chaves Plus (ID)]	633
[Palavras-chaves do autor (DE)]	654
[Autores]	962
[Documentos de autoria única]	5
[Coautores por documentos]	5,18
[Coautores internacionais %]	34,62
[Artigo]	209
[Artigo; acesso]	3
[Artigo; documento de processo]	2
[Documento de processo]	4
[Revisão]	16

Nota: %: porcentagem

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

Conforme ilustrado na Figura 1, ocorreu uma tendência flutuante de aumento nas publicações entre 1996 e 2024. Ao examinar os dados verifica-se que o primeiro artigo publicado sobre o uso de FMAs na tolerância de planta sob a seca, foi em 1996, ocorrendo em seguida uma média de até duas publicações até 2005. Posteriormente, houve uma fase de crescimento bem lento de produções científicas até o ano de 2012. De 2013 a 2024, existiu um avanço nas pesquisas, exceto em 2024, por ser um ano recente e ainda não haver contabilização anual total. O número de publicações é um índice importante para avaliar uma área específica, pois pode refletir diretamente o nível de preocupação com essa área (Tang *et al.*, 2024).

Estes resultados significam que ao longo do tempo os pesquisadores estão cada vez mais interessados em descobertas voltadas para o uso de FMAs (Figura 1), por se tratar de uma técnica que atua desempenhando um papel fundamental nos ecossistemas e têm efeitos significativos no desenvolvimento das plantas, na utilização da água, absorção nutricional e no equilíbrio hormonal devido a estresses biológicos e abióticos (Wang *et al.*, 2024).



Fonte: Levantamento *Web of Science* (2024).

Em relação aos países mais influentes em pesquisas nessa temática, a China está entre os dez países que apresentaram a maior frequência de publicação sobre o uso de FMAs e plantas submetidas ao estresse hídrico (Tabela 2). O país possui uma frequência de 82 publicações, já o Brasil ocupa a sétima posição com (37).

Tabela 2 - Principais países com maior frequência de publicações.

Países	Frequência
[China]	82
[Irã]	66
[Marrocos]	49
[Índia]	48
[USA]	41
[Espanha]	40
[Brasil]	37
[Chile]	27
[Itália]	25
[França]	17

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

A posição da China, em primeiro lugar, pode estar diretamente relacionada com o fato da seca ser um dos fatores ambientais limitantes mais críticos para a sobrevivência e restauração das plantas em áreas de desertificação rochosa no sudoeste da China (Zhang *et al.*, 2019). Além disso, “a área noroeste da China cai na zona semiárida, portanto, as condições de seca ocorrem com frequência e inibem severamente o crescimento das plantas” (Begum; Ahanger; Zhang, 2020, p. 2), mas o problema é crescente em outras localidades do país. Esta situação leva a busca e investimento por alternativas a programas de melhoramento convencionais e modificações genéticas que muitas vezes não atingem o objetivo de aumentar a tolerância à seca nas plantas.

As dez principais instituições que investigam sobre os FMAs e estresse hídrico em plantas são mostradas na Tabela 3. A instituição *Cadi Ayyad University of Marrakech* lidera o desempenho

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

com 18 publicações, seguida da *Cadi Ayyad University of Marrakech* (15) e *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (CSIC) (9).

Tabela 3 - Principais instituições relevantes por número de documentos publicados.

Instituições	Artigos
[<i>Cadi Ayyad University of Marrakech</i>]	18
[<i>Cadi Ayyad University of Marrakech</i>]	15
[<i>Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)</i>]	9
[<i>Egyptian knowledge bank (EKB)</i>]	9
[<i>Yangtze University</i>]	8
[<i>CSIC - Centro de Edafología y Biología Aplicada Del Segura (CEBAS)</i>]	7
[<i>CSIC - Estacion Experimental Del Zaidin (EEZ)</i>]	7
[<i>Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)</i>]	7
[<i>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)</i>]	6
[<i>Indian Council of Agricultural Research (ICAR)</i>]	6

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

Verifica-se que essas instituições pertencem a institutos ou universidades de países como Marrocos, Espanha, China, Brasil e Índia que estão inclusos no ranking dos principais países que pesquisam sobre o assunto abordado. Isto contribui para facilitar mundialmente aos discentes atuais e futuros neste campo o encontro de instituições relevantes.

Os principais periódicos de pesquisa sobre FMAs e estresse hídrico nas plantas durante 1996 a 2024 são apresentados na Tabela 4. De acordo com os resultados, os três principais periódicos são *Plants-Basel*, *Frontiers in Plant Science* e *Mycorrhiza*, com 11, 9 e 8 publicações, respectivamente. O periódico líder, é uma revista científica internacional e multidisciplinar de acesso aberto que cobre todas as áreas-chave da ciência das plantas. Segundo Chen *et al.* (2021) para realização de intercâmbios e comunicação acadêmica, a escolha da revista proporciona aos pesquisadores compreender com rapidez as principais realizações e conteúdo das pesquisas.

Tabela 4 - Principais periódicos influentes.

Periódicos	Artigos
[<i>Plants-Basel</i>]	11
[<i>Frontiers in Plant Science</i>]	9
[<i>Mycorrhiza</i>]	8
[<i>Agronomy-Basel</i>]	5
[<i>Gesunde Pflanzen</i>]	5
[<i>Journal of Plant Physiology</i>]	5
[<i>Journal of Soil Science and Plant Nutrition</i>]	5
[<i>Acta Physiologiae Plantarum</i>]	4
[<i>Applied Soil Ecology</i>]	4
[<i>Environmental and Experimental Botany</i>]	4

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

Os dez autores com maior número de publicações são apresentados na Tabela 5. Em termos de publicações, Meddich A, ocupa a primeira posição (15 artigos), seguido por Anli M,

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

Boutasknit A, Wu QS, Zou YN, ambos com 10 publicações. Segundo Yang *et al.* (2020) os pesquisadores com grande número de publicações de alta qualidade geralmente dominam as tendências de desenvolvimento da pesquisa e indica quem lidera a pesquisa.

Tabela 5 - Principais autores relevantes em publicações.

Autores	Artigos
[Meddich A]	15
[Anli M]	10
[Boutasknit A]	10
[Wu QS]	10
[Zou YN]	10
[Ben-Laouane R]	8
[Ait-El-Mokhtar M]	6
[Cornejo P]	5
[Nikbakht A]	5
[Roldán A]	5

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

A Tabela 6 mostra os dez artigos mais citados na temática abordada, entre 1996 a 2024. O artigo mais citado foi o intitulado “Fungos micorrízicos arbusculares influenciam o crescimento, o ajuste osmótico e a fotossíntese de citros sob condições de boa irrigação e estresse hídrico”. O mesmo foi publicado por Wu e Xia, no ano de 2006, no periódico *Journal of Plant Physiology* e citado 338 vezes. “A citação é um dos indicadores mais significativos da importância de um artigo na área” (Chen *et al.*, 2021, p. 4026).

Tabela 6 – Artigos mais citados.

Artigos	Total de citações
[Wu QS, 2006, <i>J Plant Physiol</i>]	338
[Al-Karaki G, 2004, <i>Mycorrhiza</i>]	235
[Ortiz N, 2015, <i>J Plant Physiol</i>]	208
[Kohler J, 2008, <i>Funct Plant Biol</i>]	189
[Wu QS, 2008, <i>Eur J Soil Biol</i>]	182
[Wu QS, 2006, <i>J Plant Physiol-a</i>]	152
[Begum N, 2019, <i>Plants-Basel</i>]	151
[Rajkumar M, 2013, <i>Environ Int</i>]	143
[Bowles TM, 2016, <i>Sci Total Environ</i>]	133
[Jayne B, 2014, <i>Mycorrhiza</i>]	109

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

A Figura 2 mostra a nuvem de palavras-chave gerada levando em consideração as 50 Keywords Plus e sua frequência. Esta nuvem ilustra as palavras com maior frequência em tamanhos maiores e o inverso também. Destaca-se como as primeiras palavras: *growth* (71), *water-stress* (68), *drought stress* (60), *tolerance* (53) e *arbuscular mycorrhizal fungi* (46).

Figura 2 - Nuvem de palavras-chaves adotadas nas publicações



Fonte: Levantamento *Web of Science* (2024).

As palavras-chave refinam e resumem altamente o conteúdo principal do artigo. Além disso, a frequência da palavra identifica à fronteira de desenvolvimento de um campo e reflete a direção do desenvolvimento de pesquisas futuras no ramo (Liu *et al.*, 2022). O termo “*growth*” que é o mais frequente aponta que o crescimento das plantas sob tais condições estudadas continuará a ser um tema de investigação relevante para produção de plantas no mundo.

4 CONCLUSÃO

Este estudo foi desenvolvido sob o ponto de vista da bibliometria, analisando 234 artigos, no período de 1996 a 2024, listados na *Web of Science*, onde forneceu dados que contribuem na compreensão e entendimento das produções científicas sobre o uso de fungos micorrízicos arbusculares em plantas sob estresse hídrico, visto que até então não existe uma revisão bibliométrica sobre esse tema. Com os resultados obtidos percebe-se uma tendência de aumento de publicações científicas principalmente no período de 2013 a 2023, com uma taxa anual de 4% de crescimento, sugerindo assim interesse dos pesquisadores sobre o tema pelo uso de FMAs e plantas submetidas ao estresse hídrico.

Trabalhos como este, abordando o uso de fungos micorrízicos arbusculares e plantas submetidas ao estresse hídrico, em uma perspectiva bibliométrica, tem grande importância pois fornece uma série de dados, informações, históricos e tendências, pautados em publicações relevantes e confiáveis, servindo como um banco de dados para produtores e pesquisadores, além de fornecer possíveis lacunas para trabalhos futuros.

Dessa forma, recomenda-se para as pesquisas futuras, investigações realizadas em outras fontes de dados, uma vez que na *Web of Science* encontrou uma tendência de crescimento, porém com flutuações entre os anos de publicações científicas. Sugere-se ainda realizar outras análises

bibliométricas, visto que esta ferramenta permite investigar, quantificar, gerar uma série de informações interessantes e relevantes, nas mais diferentes áreas de estudo e temáticas.

REFERÊNCIAS

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017.

BEGUM, N.; AHANGER, M. A.; ZHANG, L. AMF inoculation and phosphorus supplementation alleviates drought induced growth and photosynthetic decline in *Nicotiana tabacum* by up-regulating antioxidant metabolism and osmolyte accumulation. **Environmental and Experimental Botany**, v. 176, p. 104088, 2020.

CHEN, C. *et al.* Sustainability and challenges in biodiesel production from waste cooking oil: An advanced bibliometric analysis. **Energy Reports**, v. 7, p. 4022-4034, 2021.

CHENG, H. Q. *et al.* Arbuscular mycorrhizal fungi alleviate drought stress in trifoliolate orange by regulating H⁺-ATPase activity and gene expression. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 659694, 2021.

DAS, S.; SARKAR, S. Arbuscular mycorrhizal fungal contribution towards plant resilience to drought conditions. **Frontiers in Fungal Biology**, v. 5, p. 1355999, 2024.

LIU, K. *et al.* Global perspectives and future research directions for the phytoremediation of heavy metal-contaminated soil: A knowledge mapping analysis from 2001 to 2020. **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, v. 16, p. 1-20, 2022.

MADOUH, T. A.; QUORESHI, A. M. The function of arbuscular mycorrhizal fungi associated with drought stress resistance in native plants of arid desert ecosystems: A review. **Diversity**, v. 15, n. 3, p. 391, 2023.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, p. 213-228, 2016.

MOURAO, P. R.; MARTINHO, V. D. Forest entrepreneurship: A bibliometric analysis and a discussion about the co-authorship networks of an emerging scientific field. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p. 120413, 2020.

TANG, Y. *et al.* Research on intercropping from 1995 to 2021: a worldwide bibliographic review. **Plant and Soil**, p. 1-19, 2024.

WANG, Q. *et al.* The role of arbuscular mycorrhizal symbiosis in plant abiotic stress. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, p. 1323881, 2024.

YANG, X. *et al.* AI and IoT-based collaborative business ecosystem: a case in Chinese fish farming industry. **International Journal of Technology Management**, v. 82, n. 2, p. 151-171, 2020.

ZHANG, Z. *et al.* Arbuscular mycorrhizal fungi improve the growth and drought tolerance of *Zenia insignis* seedlings under drought stress. **New Forests**, v. 50, n. 4, p. 593-604, 2019.

CAPÍTULO 21

USO DE HIDROGEL EM PLANTAS SOB ESTRESSE AMBIENTAL: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Patrycia Elen Costa Amorim   

Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Brasil

Larissa Ferreira Gomes Chaves   

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Brasil

Milena de Almeida Bastos do Nascimento   

Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Brasil

Matheus Augusto Silva   

Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Brasil

Rodrigo Rafael da Silva   

Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Brasil

Fagner Nogueira Ferreira   

Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Brasil

Raíres Irlenizia da Silva Freire   

Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Brasil

Elisandra Sampaio de Freitas   

Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Brasil

Vander Mendonça   

Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.702 

Resumo: Os hidrogéis favorecem a retenção de umidade no substrato e podem atenuar os efeitos negativos do estresse ambiental na produção de plantas. Portanto, o objetivo da pesquisa foi realizar uma análise bibliométrica da produção científica sobre o uso de hidrogel em plantas submetidas a estresses ambientais. A base de dados *Web of Science* (WoS) foi utilizada para obter as informações no período de 1980 a 2024 da produção científica na temática apresentada. Posteriormente, foi realizada a análise bibliométrica de artigos científicos publicados, utilizando o software RStudio e gerando informações sobre produção anual, autores, instituições, principais artigos, países, taxa de crescimento, palavras-chave. Os resultados indicam uma tendência lenta de crescimento da temática no período analisado, sendo 3,20% a taxa anual de crescimento. As 92 publicações encontradas foram de 72 fontes e 476 autores. O Brasil foi o país que mais publicou artigos no mundo sobre o hidrogel e estresse ambiental em plantas. Essas tendências observadas são valiosas para o desenvolvimento de pesquisas atuais e futuras. Além de nortear os estudiosos sobre a produção científica do uso do hidrogel como alternativa na atenuação do estresse ambiental em plantas de interesse agrícola.

Palavras-chave: Bibliometria. Hidrogéis. Polímeros.

1 INTRODUÇÃO

As plantas estão expostas a vários estresses ambientais durante o crescimento e desenvolvimento em condições naturais e agrícolas (Seleiman *et al.*, 2021). Dentre os estresses, a seca, a salinidade, as temperaturas extremas, os poluentes químicos, a deficiência nutricional e o estresse oxidativo destacam-se como as principais restrições ambientais que a agricultura moderna enfrenta (Santos *et al.*, 2022). Tais estresses impactam negativamente na produtividade das culturas, pois reduzem o crescimento e desenvolvimento, interferem em processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas.

Neste contexto, são necessárias o uso de novas tecnologias para minimizar os efeitos adversos dos estresses ambientais. Uma alternativa promissora são os polímeros retentores de água, conhecidos como hidrogéis (Pereira *et al.*, 2022). O hidrogel é uma poli(acrilamida) sintética com grande capacidade de retenção e armazenamento de água (Tomášková *et al.*, 2020). A utilização do hidrogel pode atenuar os danos ao aparato fotossintético, aumentar a robustez de plantas jovens, a biomassa, o conteúdo de clorofila, a capacidade fotossintética, reduzir a absorção de metais pesados (Beltramin *et al.*, 2020; Pereira *et al.*, 2022; Xia *et al.*, 2023). Segundo Tomášková *et al.* (2020), o hidrogel imita os efeitos da mucilagem naturalmente exsudada pelas raízes, a fim de manter os processos de troca iônica e de água entre o sistema radicular e a rizosfera. Apesar dos efeitos benéficos a literatura também relata efeitos negativos do seu uso (Bezerra *et al.*, 2022).

No entanto, apesar dos inúmeros trabalhos com o hidrogel não há estudo quanto a produção científica considerando estudos bibliométricos. A bibliometria refere-se ao campo que investiga grupos de publicações por métodos de análise quantitativa (Tang *et al.*, 2018). Com a técnica é possível identificar as opções de abordagens teóricas, com análises epistemológicas, os

métodos, as temáticas e as amostragens trabalhadas e originar análises enriquecidas sobre os caminhos que foram cursados, assim como as redes de coautoria, vinculação institucional e a temporalidade dos estudos (Marques; Maculan; Souza, 2023). Assim, o objetivo da pesquisa foi realizar uma análise bibliométrica da produção científica sobre o uso de hidrogel em plantas submetidas a estresses ambientais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo realizou uma análise bibliométrica quantitativa para identificar as características das publicações científicas em relação ao uso de hidrogel em plantas submetidas a estresses ambientais no período de 1980 a 2024. Os dados das publicações foram obtidos no banco de dados WoS (*Web of Science*) disponibilizada no Portal de Periódicos CAPES em 15/04/2024. Os termos de pesquisa utilizados foram: "*stress*" AND "*hydrogel*" AND "*plants*". Um total de 122 artigos foram encontrados, porém após filtragem foram selecionados apenas 92 documentos. Posteriormente a listagem dos documentos foram baixadas para a análise bibliométrica utilizando o software RStudio (versão 4.3.3), com a função "*biblioshiny*" do pacote R, responsável por realizar as análises dos dados, exibidos na forma de gráficos e tabelas (Aria; Cuccurullo, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações gerais sobre os dados obtidos na pesquisa sobre uso de hidrogel em plantas sob estresse ambiental, entre 1980 e 2024 são apresentados na Tabela 1. Os 92 documentos encontrados foram divulgados em 72 fontes de periódicos, como jornais, livros, entre outros. Com uma média de citações de 7,32 por documento, com taxa média de crescimento anual de 3,20%, demonstrando uma lenta evolução de pesquisas nessa temática. Estes 92 documentos identificados, envolveram a participação de 476 autores e um total de 320 palavras-chave *Plus*, 335 palavras-chave de autor. Quanto aos tipos de documentos, foram 87 artigos, 1 artigo acesso, 2 artigo documento de processo e 2 revisões.

Tabela 1 – Informações gerais.

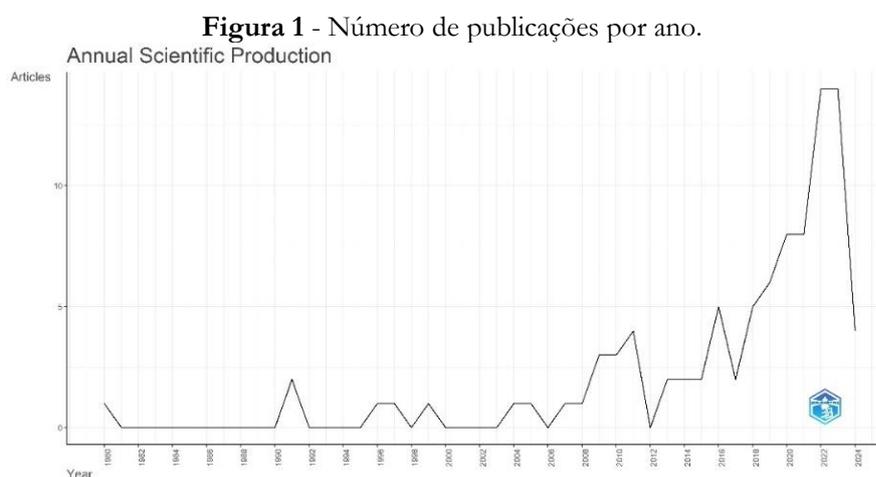
Descrição	Resultados
[Intervalo de tempo]	1980:2024
[Fontes (Revistas, Livros, etc)]	72
[Documentos]	92
[Taxa de crescimento anual%]	3.2
[Média de documento]	7,32
[Palavras-chaves Plus (ID)]	320
[Palavras-chaves do autor (DE)]	335
[Autores]	476
[Documentos de autoria única]	3

[Coautores por documentos]	5,5
[Coautores internacionais %]	26,09
[Artigo]	87
[Artigo; acesso]	1
[Artigo; documento de processo]	2
[Artigo; revisão]	2

Nota: %: porcentagem

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

Foram publicados 92 estudos desde seu início em 1980 até 2024. A distribuição anual dessas publicações está ilustrada na Figura 1. Destaca-se o período de 2022 e 2023 como o mais representativo no período avaliado, nesses anos registra-se a maior taxa de crescimento de publicações, sendo 14 em cada ano. Segundo Salama *et al.* (2023) o uso de hidrogéis superabsorventes como materiais de armazenamento de água para aplicações agrícolas tem atraído crescente interesse. Bezerra *et al.* (2022), também afirmam que nos últimos anos, o polímero retentor de água tem sido utilizado com o objetivo, na maioria dos casos, de resolver problemas relacionados à disponibilidade de água.



Fonte: Levantamento *Web of Science* (2024).

Quanto aos principais países com destaque em número de artigos publicados, o Brasil é o principal país, com 44 publicações, seguido da China (39) e Egito (26) (Tabela 2). O Brasil possui uma área extensa e favorável para produção agrícola, porém existem limitações ambientais, a exemplo do estresse hídrico e salino. Assim a busca por alternativas e conhecimento de novas tecnologias como o hidrogel para atenuar esses estresses são pesquisadas e refletidas no número de publicações.

Tabela 2 – Principais países com maior frequência de publicações.

Países	Frequência
[Brasil]	44
[China]	39

[Egito]	26
[Peru]	15
[USA]	13
[Alemanha]	12
[Irã]	11
[Argentina]	9
[Paquistão]	8
[Itália]	6

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

No que se refere as principais instituições atuantes nas produções científicas durante o período pesquisado, observa-se na Tabela 3, que a instituição o *Egyptian Knowledge Bank (EKB)* ocupa o primeiro lugar, indicando assim que esta foi a instituição que mais publicou sobre hidrogel e plantas sob estresse ambiental.

Tabela 3 - Principais instituições relevantes por número de artigos publicados.

Instituições	Artigos
[<i>Egyptian knowledge bank (EKB)</i>]	16
[<i>Egyptian knowledge bank (EKB)</i>]	9
[<i>National Research Centre (NRC)</i>]	6
[<i>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)</i>]	5
[<i>University of Göttingen</i>]	5
[<i>Ain Shams University</i>]	4
[<i>Al Azhar University</i>]	4
[<i>Northwest Aandf University – China</i>]	4
[<i>Agricultural Research Center – Egypt</i>]	3
[<i>Ataturk University</i>]	3

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

Ressalta-se que a maior parte das instituições pertencem ao país Egito que possui grandes áreas agrícolas com problemas de déficit hídrico e salinidade. Assim, essas instituições se tornam referência para estudiosos na temática.

Tabela 4 mostra os periódicos mais influentes na temática estudada entre 1980 a 2024. A principal revista é *Egyptian Journal of Chemistry* com 3 artigos. Este periódico multidisciplinar de química, é um jornal internacional revisado por pares, de acesso gratuito e aberto, editado pela Sociedade Química Egípcia e publicado mensalmente pelo NIDOC. Dentre as diversas áreas da química, estão incluídos a química de polímeros, do petróleo, a agrícola, e a ciência dos materiais, onde está incluído o hidrogel.

Tabela 4 - Principais periódicos influentes.

Periódicos	Artigos
[<i>Egyptian Journal of Chemistry</i>]	3
[<i>Acs Applied Bio Materials</i>]	2
[<i>Acta Physiologiae Plantarum</i>]	2
[<i>Agronomy-Base</i>]	2

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

[<i>Annals of Forest Science</i>]	2
[<i>Communications in Soil Science and Plant Analysis</i>]	2
[<i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i>]	2
[<i>Engenharia Agricola</i>]	2
[<i>Environmental and Experimental Botany</i>]	2
[<i>European Polymer Journal</i>]	2

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

A respeito dos autores individuais com maior número de publicações e citações, relacionadas ao uso de hidrogel e estresse ambiental em plantas, são mostrados na Tabela 5, que o autor Hüttermann ocupa a primeira posição com 4 artigos publicados, seguido de Chen, Polle e Turan, com 3 artigos cada. Esta informação pode contribuir para potenciais autores promissores que visem sugerir soluções para a problemática do estresse ambiental e uso do hidrogel no setor agrícola. Assim, subentende-se que autores com maior número de publicações, são autores de carreiras mais longas, e que podem contribuir com pesquisadores novatos de forma multicolaborativa na resolução de problemas, aliando a experiência prática acumulada em anos de pesquisa com o conhecimento produzido mais recentemente (Nascimento *et al.*, 2024).

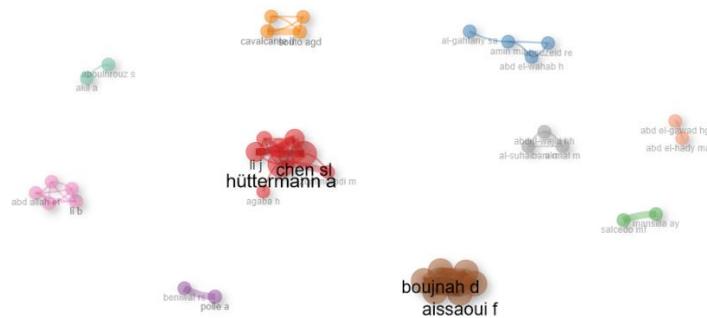
Tabela 5 - Principais autores relevantes em publicações.

Autores	Artigos
[Hüttermann A]	4
[Chen SL]	3
[Polle A]	3
[Turan M]	3
[Aissaoui F]	2
[Amin MA]	2
[Beniwal RS]	2
[Boujnah D]	2
[Cavalcante LF]	2
[Chehab H]	2

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

É possível verificar na Figura 2, a rede de colaboração entre autores, revela que estes profissionais foram agrupados em 10 clusters. O primeiro cluster (na cor vermelha), participam os autores Hüttermann, Chen, Li, Shi, Zheng, Zhou, Zommorodi e Aggaba. Stueber e Teixeira (2019), a autoria coletiva ou múltipla é um ponto importante desses estudos e incentiva a formação das redes de colaboração, isso porque busca identificar pesquisadores com interesses similares para participação em grupos de estudo, linhas de pesquisa e publicações, o que fortalece a formação dessas redes. Além disso, estas análises das diversas coautorias revelam a cooperação internacional entre autores de diferentes nacionalidades no que diz respeito aos temas aqui explorados e relacionados (Santos; Bento-Gonçalves; Vieira, 2021).

Figura 2 - Rede colaboração entre autores.



Fonte: Levantamento *Web of Science* (2024).

A Tabela 6 apresenta os 10 artigos mais citados no período de 1980 a 2024. O artigo publicado por Seleiman *et al.* (2021) ocupa o primeiro lugar com 402 citações. Nesse artigo, os autores exploraram através da revisão de literatura os impactos do estresse hídrico nas plantas, com diferentes abordagens para aliviar seus efeitos adversos, entre as abordagens, destaca-se o uso do hidrogel. Geralmente os artigos mais citados são referências de ferramentas utilizadas em condições experimentais nos documentos para destacar procedimentos estatísticos e descrever condições experimentais (Nascimento *et al.*, 2024).

Tabela 6 - Artigos mais citados.

Artigos	Total de citações
[Seleiman MF, 2021, <i>Plants-Base</i>]	402
[Hüttermann A, 1999, <i>Soil Till Res</i>]	195
[Arbona V, 2005, <i>Plant Soil</i>]	120
[Song B, 2020, <i>Int J Biol Macromol</i>]	107
[Abdelaziz AM, 2021, <i>Biocatal Agr Biotech</i>]	78
[Abdallah AM, 2019, <i>Int Soil Water Conse</i>]	74
[Ahmed T, 2021, <i>Ecotox Environ Safe</i>]	72
[Gehring JM, 1980, <i>J Am Soc Hortic Sci</i>]	56
[Beniwal RS, 2010, <i>Environ Exp Bot</i>]	53
[Luo ZB, 2009, <i>Ann Forest Sci</i>]	53

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir Levantamento *Web of Science* (2024).

Com relação a nuvem de palavras-chave, a Figura 3 mostra as 50 *Keywords Plus* e sua frequência. A palavra *growth* (30) ocupa a primeira posição, seguida de *soil* (22), *stresse* (17) e *polymer* (13). O termo *growth* que é o mais frequente, indica que dentre os artigos publicados, as pesquisas foram direcionadas para avaliar o crescimento das plantas em condições de estresse quando aplicou-se o hidrogel no solo.

Figura 3 - Nuvem de palavras-chaves adotadas nas publicações.



Fonte: Levantamento *Web of Science* (2024).

4 CONCLUSÃO

Esta revisão foi desenvolvida em uma perspectiva bibliométrica, analisando 92 publicações científicas no período de 1980 a 2024 sobre o uso de hidrogel e estresse ambiental em plantas, listados no banco de dados *Web of Science*, onde foi possível apontar os principais países, autores, periódicos, instituições, palavras-chave e artigos mais citados. Essas informações contribuem no entendimento, compreensão e direcionamento das produções científicas, uma vez que, até o atual momento não existe uma revisão bibliográfica sobre essa temática.

Com os resultados obtidos, foi possível observar de forma geral, um crescimento lento e em muitos anos estagnado, com uma taxa média de crescimento anual de 3,20%. Entretanto, constatou-se uma tendência recente e crescente, de interesse da comunidade científica nos anos de 2022 e 2023, sobre a temática trabalhada, indicando interesse dos pesquisadores, com destaque de publicações no país Brasil, com 44 documentos e publicações em revistas do país Egito.

As informações apresentadas nesse trabalho podem nortear os pesquisadores a compreender melhor a situação atuais e futuras, além de identificar lacunas ou falhas nas pesquisas desenvolvidas, e assim melhorar os índices de produção científica no assunto abordado.

REFERÊNCIAS

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017.

BELTRAMIN, F. A. *et al.* Water-retaining polymer mitigates the water deficit in *Schinus terebinthifolia*: photosynthetic metabolism and initial growth. *Engenharia Agrícola*, v. 40, p. 684-691, 2020.

MARQUES, F. B.; MACULAN, B. C. M. dos S.; SOUZA, R. R. A bibliometria na pós-graduação brasileira: uma revisão integrativa da literatura. *Transinformação*, v. 35, p. e227089, 2023.

NACIMENTO, R. A. *et al.* Sustainability and Brazilian Agricultural Production: A Bibliometric Analysis. **Sustainability**, v. 16, n. 5, p. 1833, 2024.

PEREIRA, L. F. *et al.* The Impact of Polymer on the Productivity and Photosynthesis of Soybean under Different Water Levels. **Agronomy**, v. 12, n. 11, p. 2657, 2022.

SALAMA, A. *et al.* Using Cellulose-Based Hydrogel to Alleviate the Effect of Drought Stress of Sunflower Plant. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 66, n. 10, p. 355-362, 2023.

SELEIMAN, M. F. *et al.* Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. **Plants**, v. 10, n. 2, p. 259, 2021.

SANTOS, S. M. B. dos; BENTO-GONÇALVES, A.; VIEIRA, A. Research on wildfires and remote sensing in the last three decades: a bibliometric analysis. **Forests**, v. 12, n. 5, p. 604, 2021.

SANTOS, T. B. *et al.* Physiological responses to drought, salinity, and heat stress in plants: a review. **Stresses**, v. 2, n. 1, p. 113-135, 2022.

STUEBER, K.; TEIXEIRA, M. do R. F. Redes de conhecimento na comunicação científica em âmbito formal: panorama via Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações (2008-2018). **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**. v. 8, n. 2, p. 91-97, 2019.

TANG, M. *et al.* Ten years of sustainability (2009 to 2018): A bibliometric overview. **Sustainability**, v. 10, n. 5, p. 1655, 2018.

TOMÁŠKOVÁ, I. *et al.* Effect of different soil treatments with hydrogel on the performance of drought-sensitive and tolerant tree species in a semi-arid region. **Forests**, v. 11, n. 2, p. 211, 2020.

XIA, M. *et al.* Hydrogel-potassium humate composite alleviates cadmium toxicity of tobacco by regulating Cd bioavailability. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 263, p. 115361, 2023.

CAPÍTULO 22

AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DE POLPA DE ACEROLA COM CAL VIRGEM

Gerusa Batista Dantas   

Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA, Brasil

Maria Margarete de Sousa Batista   

Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA, Brasil

Deleon Damasceno Freitas   

Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA, Brasil

Andrea Krystina Vinente Guimarães   

Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.703 

Resumo: A silagem é um produto obtido a partir de uma fermentação anaeróbica controlada de forragens verdes armazenadas em silos para preservar seus nutrientes com o mínimo de perdas de matéria seca e energia. Assim, é uma alternativa para melhorar a alimentação do gado e mitigar os efeitos da escassez de forragem durante os períodos de seca, comuns no Brasil. No entanto, o uso de subprodutos da agroindústria na alimentação animal pode enfrentar desafios, como alto teor de umidade e custos de desidratação. A adição desses subprodutos na silagem pode aumentar teores de matéria seca e proteína bruta, mas também pode levar os teores de lignina, limitando a digestão dos carboidratos fibrosos. O uso de aditivos, como alcalinizantes, busca melhorar a fermentação e o valor nutritivo da silagem. Inclusive, o óxido de cálcio é um exemplo de aditivo utilizado para reduzir perdas e melhorar o valor nutritivo das silagens de cana-de-açúcar. Desse modo, objetivou-se avaliar o efeito do uso de aditivos químicos, óxido de cálcio, nas perdas da matéria seca, no perfil fermentativo, e no valor nutricional de silagens de resíduos de acerola.

Palavras-chave: Aditivos. Fermentação Anaeróbica. Silagem.

1 INTRODUÇÃO

A silagem é o produto de uma fermentação anaeróbica controlada de determinada forragem verde, armazenada em silos, com o propósito de preservar os nutrientes encontrados na forragem fresca, com o mínimo de perdas de matéria seca e energia (Pereira; Santos, 2006). Apresenta-se como alternativa para melhorar a alimentação do rebanho, além de minimizar os efeitos da perda de peso e produção de leite durante os períodos de seca, pois a sazonalidade da produção forrageira é um dos maiores obstáculos à produção animal em pastagens na maior parte do Brasil, levando a períodos de aumento significativo na produção seguidos de escassez (Fernandes *et al.*, 2016; Modesto *et al.*, 2008).

O Brasil possui enorme quantidade de resíduos e subprodutos de agricultura e da agroindústria, com potencial de uso na alimentação de ruminantes (Cunha *et al.*, 2009; Prado; Moreira, 2002; Santos *et al.*, 2014). Algumas limitações podem fazer com que o país tenha uma utilização mais restrita, entre elas a grande quantidade de água, que acabam acarretando problemas de transporte, representado pelo alto custo de coleta, a conservação de seus resíduos e a necessidade, em alguns casos de processos de tratamento para melhoria de seu valor nutritivo (Prado; Moreira, 2002).

Nesse contexto, os resíduos da agroindústria da fruticultura tropical podem contribuir com uma parcela expressiva na alimentação de ruminantes. A utilização do subproduto da acerola (*Malpighia emarginata* DC.) acrescidos na silagem visa o aumento nos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB). O uso dos resíduos desidratados da acerola é escolhido a fim de proporcionar elevado teor de extrato etéreo (EE) e garantir esse aumento a cada 1% de inclusão do resíduo da acerola. Entretanto, na adição dos subprodutos de acerola há um problema do aumento dos teores de lignina das silagens (Ferreira *et al.*, 2010) e dietas com alto teor de lignina podem limitar o potencial de digestão dos carboidratos fibrosos.

O alto teor de umidade é um fator limitante para a utilização dos resíduos da agroindústria de frutas; e o custo para desidratar é bastante elevado, sendo o processo de ensilagem uma alternativa viável. No entanto, devido às suas características, o processo de ensilagem convencional apresenta perdas significativas (Cunha *et al.*, 2009). Os aditivos são visados com o objetivo de proporcionar melhorias na fermentação, valor nutritivo, reduzir perdas por gases e efluentes. Contudo, aditivos providos de coprodutos de agroindústrias buscam unir esses resultados e proporcionar um destino mais econômico e ambientalmente racional. A busca por aditivos se deve à dificuldade em se atingir o "teor ideal de MS" durante a ensilagem, devido às variações climáticas e a anaerobiose em função dos tipos de silos usados (Woolford, 1984).

A escolha de um aditivo para aplicação no campo, sem critérios bem definidos, pode levar a frustrações que, se não técnicas, têm forte apelo econômico. Embora não haja dados oficiais, uma pequena parte dos fazendeiros usa aditivos na silagem; e os que o fazem muitas vezes são influenciados por informações leigas ou comerciais (Novinski, 2013). Os aditivos químicos são classificados conforme sua forma de atuação. Podemos citar os alcalinizantes, sendo os aditivos nutrientes e conservantes, com a finalidade de interferir na dinâmica fermentativa, alterando o potencial hidrogeniônico (pH) e a pressão osmótica da massa de forragem. Além disso, inibem o crescimento de microrganismos indesejáveis durante a fermentação da massa volumosa (Bernardes; Amaral, 2008), resultando em alterações nos valores nutritivos, o que leva a uma melhora no caso das silagens (Brito, 2013). Contudo, ainda mantém impasses sobre o consumo e o desempenho animal (Brito, 2013).

O óxido de cálcio tem sido utilizado como aditivo em silagens de cana de açúcar, sugerindo que essas silagens apresentam reduzidas perdas de matéria seca e produção de gases e maior valor nutritivo (Balieiro-Neto *et al.*, 2005; Cavali *et al.*, 2006; Oliveira *et al.*, 2004). Desse modo, objetivou-se avaliar o efeito do uso de aditivos químicos, óxido de cálcio, nas perdas da matéria seca, no perfil fermentativo, e no valor nutricional de silagens de resíduos de acerola.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), no município de Santarém, Pará. O resíduo de acerola foi obtido da agroindústria Frut. Campo, localizada no Mojui dos Campos – PA. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de: T1 – 100% do resíduo, T2 – 99,5% do resíduo + 0,5% de cal virgem, T3 – 99,0% do resíduo + 1,0% de cal virgem, T4 – 98,5% do resíduo + 1,5% de cal virgem e T5 – 98,0% do resíduo + 2,0% de cal virgem.

A silagem foi armazenada em silos laboratoriais de PVC, com capacidade para 2,000 kg de silagem, com dimensões de 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, contendo tampas providas de válvulas tipo Bunsen. A cal virgem foi adicionada à massa de resíduo úmido e homogeneizada em baldes de polipropileno de 15 litros. Neste experimento foram armazenadas 2,000 kg de massa, compactadas dentro dos silos com o auxílio de bastão de madeira, a uma densidade de 600 kg/m³. Após a compactação os silos foram devidamente tampados, pesados, e vedados com fita adesiva e acondicionados em local com temperatura ambiente, protegidos do sol e da chuva. Contudo, houve a separação de amostras de 500 g do resíduo e de cada tratamento sem ensilar, as quais foram colocadas em sacos de papel e secos em estufa de circulação forçada à 55 °C por 72 horas. As amostras pré-secas foram moídas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de porosidade de 1 mm de diâmetro e guardadas em recipientes plásticos para posterior análises. A abertura dos silos ocorreu após 40 dias de fermentação.

Após a abertura do silo foi descartado inicialmente 10 cm do material ensilado e aferido a temperatura do interior do silo, com auxílio de termômetro digital. Nesta perspectiva, foram retiradas 500 g de cada amostra de cada repetição para composição bromatológica dos diferentes tratamentos após o processo fermentativo. Para a determinação do pH foram pesados 9 g de amostras da silagem diluída em 60 ml de água destilada e após repouso de 30 minutos foi realizada a leitura utilizando o pHmetro conforme metodologia de Silva e Queiroz (2002).

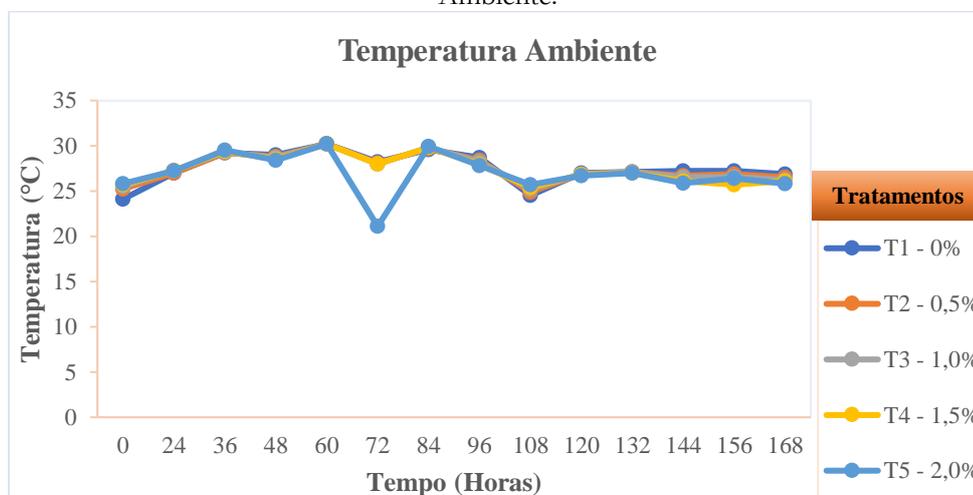
A análise do ensaio de estabilidade aeróbica da silagem foi realizada com base na diferença entre a temperatura interna da silagem e a temperatura ambiente, na qual avaliou-se o tempo, em horas, para que a temperatura interna da silagem atingisse 2°C acima da temperatura ambiente, conforme a metodologia proposta por Kung-Júnior *et al.* (2003). Atrelado a isso, foram retiradas cerca de 500 g de cada amostra de cada repetição de seus respectivos tratamentos, formando assim amostra composta para cada tratamento (0, 5, 10, 15 e 20%) com 2 kg de silagem, armazenadas em baldes de polipropileno com capacidade para 15 litros. Essas amostras serão acondicionadas em sala fechada, expostas a temperatura controlada (27 °C).

O período de avaliação consistiu de 15 tempos (0, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 132, 144, 156, 168, e 180 horas após a abertura dos silos), totalizando 7 dias. O monitoramento da temperatura de cada amostra foi realizado a cada 12 horas, duas vezes ao dia (7 e 19 horas), no qual foi aferido a temperatura interna da massa ensilada, em profundidade de 10 cm, com auxílio de um termômetro digital e aferidos os valores de pH da silagem, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A composição química bromatológica das amostras seguiu a metodologia descrita por AOAC (1990) para a matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB). O cálculo da matéria orgânica (MO) ocorreu a partir da fórmula: %MO = 100 - %MM (Rodrigues, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de estabilidade aeróbica da silagem foi conduzida considerando a diferença entre a temperatura interna da silagem e a temperatura ambiente. Todavia, este estudo avaliou o tempo em horas; as variações de temperatura ao longo do tempo indicam a influência de fatores como a ação de microrganismos indesejáveis na conservação da silagem. Na Figura 1 está representada a temperatura média das silagens de resíduo de acerola em comparação à temperatura ambiente, traz as flutuações principalmente nas primeiras 72 horas. As temperaturas começaram a se estabilizar em torno de 25°C, por volta de 120 horas, indicando equilíbrio na relação ambiente/silagem. A temperatura ambiente é um fator crítico na conservação da silagem, devido a temperaturas mais elevadas podendo levar à deterioração e perda de nutrientes.

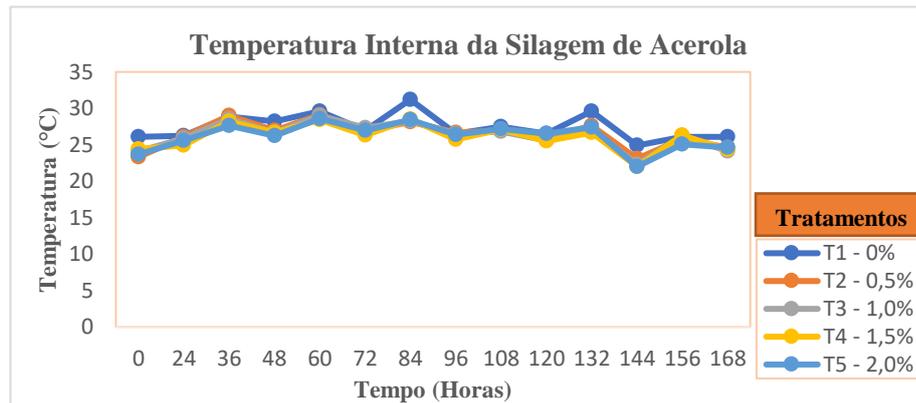
Figura 1 - Temperaturas Médias das Silagens de Resíduo de Acerola em Comparação à Temperatura Ambiente.



Fonte: Autores, 2024.

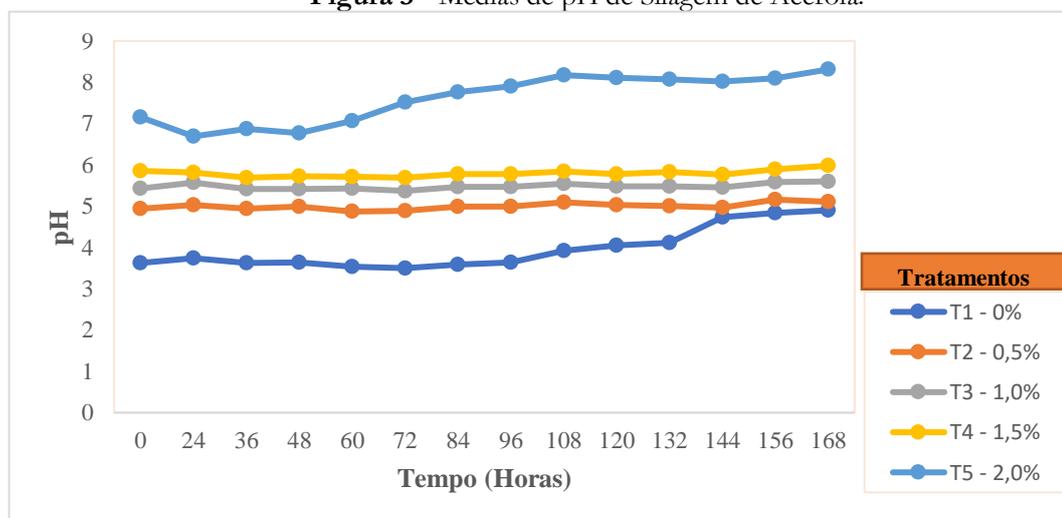
A Figura 2 trata sobre as temperaturas médias da silagem de acerola, que ocorrem assim como na variação de temperatura ambiente na Figura 1. As flutuações começam a partir das primeiras horas, com um salto no tratamento 1 por volta de 84 horas, indicando mudanças na atividade microbiana. Entretanto, algumas amostras permaneceram em temperaturas mais estáveis ao longo do tempo, enquanto o tratamento 1 mostrou-se com uma maior variação significativa. Assim, a qualidade da silagem estava relacionada com a temperatura.

Temperaturas mais altas indicaram atividade microbiana excessiva, podendo ocorrer a quebra de estabilidade, na qual caracterizada por aproximadamente 2 °C acima da temperatura ambiente, coincidindo então na ação de microrganismo oriundos da quebra de carboidratos no processo fermentativo, o que interfere na qualidade da silagem. Todavia, os tratamentos seguem praticamente a mesma alteração no decorrer do tempo.

Figura 2 - Temperaturas Médias da Silagem de Resíduo de Acerola.

Fonte: Autores, 2024.

No que diz respeito a análise de pH da silagem (Figura 3) variou ao longo do tempo em todas as amostras. Isso devido ao aumento da taxa de fermentação que ocorreu durante o processo de ensilagem. Entretanto, o pH variou de forma semelhante a todos os tratamentos. No decorrer do tempo o pH tende a se “igualar”, promovendo a estabilidade da silagem. Contudo, o tratamento 1 com 0% de óxido de cálcio se torna menos produtivo no que diz respeito a conservação da silagem, pois oscilou seu pH até 9; considerando a ação de microrganismo indesejáveis, principalmente nas últimas horas do experimento. Atrelado a isto, outros tratamentos com a inclusão do aditivo de óxido de cálcio se mantiveram na faixa de 6 a 7 no pH próximo a neutralidade.

Figura 3 - Médias de pH de Silagem de Acerola.

Fonte: Autores, 2024.

4 CONCLUSÃO

A análise de estabilidade da silagem revelou a importância da avaliação interligada a parâmetros como pH e temperatura. As variações da estabilidade da temperatura ambiente no

decorrer de 72 horas, seguidas por estabilização em torno de 25 °C, por volta de 120 horas, mostrou um equilíbrio na interação entre o ambiente e a silagem. Contudo, considerando a temperatura ambiente um parâmetro crítico na conservação da silagem, devido a temperaturas mais elevadas, pode resultar em deterioração e perda de nutrientes.

Se tratando da temperatura interna da silagem de resíduo de acerola houve um aumento significativo para o tratamento 1 com (0% de inclusão de aditivo), evidenciando a ação de óxido de cálcio em valores que podem agregar em aspectos nutritivos e estabilização da silagem, o que pode garantir uma silagem de boa qualidade. Apesar disso, ao comparar a análise de pH, todos os tratamentos com a inclusão do aditivo de óxido de cálcio resultaram em torno de pH entre a 6 -7, próximo da neutralidade, enquanto o tratamento 1 ficou em torno de 9; evidenciando a deficiência da não utilização do aditivo na silagem.

Agradecimentos e financiamento

À Universidade Federal do Oeste do Pará, por contribuir com o fomento para esta pesquisa. À professora Dra. Andréa Krystina Vinente Guimarães, por ser a orientadora deste estudo e as demais pessoas envolvidas no trabalho.

REFERÊNCIAS

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia: Arlington. 1990, 1117p.

BALIEIRO-NETO, G. *et al.* Efeito da adição de óxido de cálcio sobre a fermentação e a qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 806-814, 2005.

BERNARDES, T. F.; AMARAL, A. S. **Aditivos químicos em silagem de milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2008.

BRITO, A. F. Uso de aditivos na ensilagem de forrageiras tropicais. **Agropecuária Técnica**, v. 34, n. 1, p. 45-52, 2013.

CAVALI, J. *et al.* Aditivos químicos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 786-793, 2006.

CUNHA, A. L. *et al.* Uso de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 344-355, 2009.

FERNANDES, A. H. B. M. *et al.* Aplicação da silagem na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 18-31, 2016.

FERREIRA, A. L. *et al.* Utilização de subprodutos de acerola na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 254-261, 2010.

KUNG-JÚNIOR, L. *et al.* Impact of *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation of corn. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 6, p. 2138-2145, 2003.

MODESTO, E. C. *et al.* **Manejo e conservação de forragens em regiões semiáridas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008.

NOVINSKI, A. L. Aditivos na ensilagem: mitos e verdades. **Agropecuária Técnica**, v. 34, n. 2, p. 78-82, 2013.

OLIVEIRA, P. M. *et al.* Efeitos da adição de aditivos sobre as características fermentativas da silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1709-1715, 2004.

PEREIRA, L. G.; SANTOS, M. C. D. **Silagem**: uma alternativa para a produção de carne e leite. Embrapa Gado de Leite, 2006.

PRADO, I. N.; MOREIRA, A. L. **Resíduos de alimentos na alimentação de ruminantes**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

RODRIGUES, C. A. **Métodos de análise de alimentos**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010.

SANTOS, J. M. *et al.* Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 2, p. 110-120, 2014.

SILVA, J. F.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.

WOOLFORD, M. B. The ensiling process. *In*: HAREL, Y. (Org.). **The silo in agriculture**. Academic Press, 1984.

CAPÍTULO 23

EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM PRODUTOS BIOLÓGICOS NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE ERVILHA (*Pisum sativum L.*)

Nayarha Mafaldo de Oliveira Brincker   

Universidade Federal do Pampa campus Itaqui, UNIPAMPA, Rio Grande do Sul, Brasil

Pedro Liscano Viana   

UNIPAMPA/Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, Brasil

Gabriel Rodrigues Ramires   

UNIPAMPA/Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, Brasil

Claudinei dos Santos Rodrigues   

UNIPAMPA/Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, Brasil

João Vitor Mildner   

UNIPAMPA/Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, Brasil

Gabriel Pedroso Soares   

UNIPAMPA/Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, Brasil

Pedro Lucas Keller Picolo   

UNIPAMPA/Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, Brasil

Marcos Andrei Comparsi Bottega   

UNIPAMPA/Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, Brasil

Renata Silva Canuto de Pinho   

UNIPAMPA/Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, Brasil

Guilherme Ribeiro   

UNIPAMPA/Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.704 

Resumo: A ervilha (*Pisum sativum* L.) é um dos alimentos mais produzidos mundialmente, devido ter um alto valor nutritivo e sua aplicação na alimentação pode ser de diversas maneiras. Neste trabalho objetivou-se avaliar a influência de produtos biológicos, à base de *Trichoderma* e *Bacillus* utilizados no tratamento de sementes, na germinação e no crescimento inicial de ervilha. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Microbiologia do Solo e Fitopatologia da Universidade Federal do Pampa - campus Itaqui, seguindo as Regras para Análise de Sementes. As avaliações foram feitas aos 5 e 8 dias após a montagem do teste de germinação, onde foram avaliadas as plantas germinadas, não germinadas, anormais, comprimento de parte aérea e radicular, massa fresca e massa seca de plântulas. Na contagem de sementes não germinadas houve diferença, quando comparamos T3 e T1 ao T0. No comprimento de raiz o tratamento T3 proporcionou maior incremento comparado ao T0. Os tratamentos T3 e T1 proporcionaram incremento na germinação, número menor de sementes que não germinaram e maior comprimento de parte aérea.

Palavras-chave: *Bacillus*. Incremento. Microrganismos. *Trichoderma*.

1 INTRODUÇÃO

A ervilha (*Pisum sativum* L.) está entre os alimentos mais produzidos no mundo (Giordano, 1997; Filgueira, 2008). No Brasil, possui melhor adaptação em regiões com temperatura amena ou em regiões tropicais que possuem altitudes mais elevadas. É uma planta leguminosa de ciclo anual pertencente às Fabaceae (Souza, 1995). A ervilha possui alto valor nutritivo e uma ampla gama de aplicações na alimentação. Podendo ser utilizada “in natura” após colher na forma de vagens ou grãos debulhados, grãos verdes processados, enlatados ou congelados (Giordano, 1997).

Em 2018 a FAO publicou informações sobre a produção mundial de ervilha, sendo os maiores produtores Canadá, Rússia, China, Índia e Ucrânia e anualmente são produzidos em torno de 15 milhões de toneladas do grão. Durante o ano 4,3 mil toneladas são produzidas no Brasil e os estados que mais produzem são Minas Gerais, Rio Grande do Sul e o Distrito Federal. A produção não é capaz de suprir a demanda do país, com isso é necessário importar ervilha de países como a Argentina, Canadá, Estados Unidos e a Nova Zelândia (Sistema Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil/SENAR, 2020).

A realização do tratamento de sementes com microrganismos benéficos é uma das formas de reduzir possíveis problemas ao longo do desenvolvimento da cultura. Segundo Reis; Reis e Carmona (2019), o tratamento de sementes (TS) é indispensável para garantir um bom arranque e estabelecimento inicial das plantas, sendo ainda, o TS uma ferramenta que auxilia no desenvolvimento de plantas mais uniformes, com sistema radicular mais desenvolvido, tornando as plantas mais resistentes ao ataque de doenças e pragas de solo (Richetti; Goulart, 2018).

Dentre os principais microrganismos benéficos temos *Trichoderma* sp. e *Bacillus* sp. Gabardo (2020) relata que o uso de *Trichoderma* spp. vem sendo estudado para o controle de doenças fúngicas desde 1936 por Wendling e Fawcett que foram os pioneiros a estudar sobre estirpes de *Trichoderma*

para controle de *Rhizoctonia solani* Kühn na cultura dos citros. O fungo é capaz de controlar diversos patógenos por meio de antibiose, parasitismo e competição.

Os fungos do gênero *Trichoderma* são mencionados como importantes microrganismos promotores de crescimento, pois tem influência positiva não só na germinação de sementes, mas também no desenvolvimento e rendimentos das plantas, isto ocorre, devido a capacidade dos fungos de produzir substâncias promotoras de crescimento e que melhoram a nutrição das plantas (Oliveira *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2012).

Em diversos estudos, bactérias do gênero *Bacillus* demonstram potencial como promotoras do crescimento de plantas, além de atuar também no biocontrole de certos microrganismos. Elas atuam através de mecanismos diretos e indiretos, como na produção de fitormônios, lipopeptídeos, sintetizando enzimas e compostos antifúngicos, e na aquisição de nutrientes como o fósforo e nitrogênio, potencializando o crescimento de algumas plantas (Farzad *et al.*, 2020; Martinez-Hidalgo *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2020). Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência de produtos biológicos, à base de *Trichoderma* e *Bacillus* utilizados no tratamento de sementes, na germinação e no crescimento inicial de ervilha.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do Solo da UNIPAMPA, *Campus* Itaqui/RS, em setembro de 2023. Foram utilizados para o tratamento das sementes dois produtos comerciais: um à base de *T. harzianum* com concentração 1×10^{10} e outro composto por *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens* com concentração 5×10^8 .

O teste de germinação foi realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009.) e as sementes utilizadas foram da cultivar Eloá para grãos.

As sementes foram tratadas com as doses recomendadas de 250 g de produto diluído em 600 mL de água para 100 kg de sementes. Os tratamentos utilizados foram T0 - sem tratamento, T1 - *T. harzianum*, T2 - *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens* e T3 - a mistura dos dois produtos utilizados em T1 e T2, aumentando a concentração do *Trichoderma* para 6×10^{18} . O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e cinco repetições.

Para o preparo do teste, os papéis de germinação foram umedecidos com água destilada sendo a quantidade de água 2,5 vezes o peso do papel. Após foram dispostas 50 sementes sobre duas folhas de papel de germinação e, em seguida, cobertas com uma terceira folha e confeccionados rolos que foram acomodados em sacos plásticos transparentes e levados a BOD.

O material foi mantido em BOD pelo período de oito dias, na temperatura de 20 °C, controle de umidade de 90% e fotoperíodo de 12h.

As avaliações foram realizadas no 5º e 8º após a montagem do teste. No 5º dia foram avaliadas as sementes germinadas e, no 8º dia foram avaliados o número de sementes germinadas, não germinadas, defeituosas, comprimento de parte aérea e raiz, massa verde e seca da parte aérea e raiz de plantas. Para obter a massa seca das partes aérea e raiz, as plantas foram levadas à estufa com circulação de ar a 65°C até a obtenção de peso constante.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software Sisvar e submetido ao teste F e, ao teste de Scott Knott quando houve efeito significativo a 5% de probabilidade de erro. Sisvar é um sistema de análise estatística que teve sua primeira versão em 1996, criado na Universidade Federal de Lavras, interessado ao uso em conjuntos balanceados de dados industriais e agrícolas, fornecendo análises robustas e confiáveis (Ferreira, 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do teste de germinação, os tratamentos T3 e T1 apresentaram maior número de plantas germinadas 40,83% e 19,16% respectivamente a mais quando comparado à T0 (testemunha). Na contagem de sementes não germinadas, houve diferença significativa, onde T3 e T1 quando comparado a T0 tiveram um número menor de sementes não germinadas, com redução de 48,52% e 36,23% respectivamente. Para a primeira contagem (5º dia) e sementes defeituosas não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de sementes germinadas, não germinadas e defeituosas.

Tratamento	Germinadas 5º dia	Germinadas 8º dia	Anormais	Não germinadas
T0	30,60 a	24 b	12,40 a	13,60 a
T1	29,60 a	28,60 b	12,40 a	8,60 b
T2	25 a	20,40 b	14,60 a	15 a
T3	32 a	33,80 a	9,20 a	7 b

*As médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Brincker, 2023.

Os tratamentos T1 e T3 onde houve a combinação dos microrganismos proporcionaram maior incremento nos resultados quando comparado ao uso desses microrganismos de maneira isolada como foi no T2. Há relatos de que o tratamento de sementes com microrganismos benéficos, como as Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (RPCP), melhoram positivamente as variáveis relacionadas à germinação e uniformidade de crescimento sob condições controladas de crescimento em uma ampla variedade de vegetais (Miljakovi *et al.*, 2022; Nomaivo

et al., 2013; Ureche *et al.*, 2021). Esta melhoria da percentagem de germinação pode ser devida a um aumento da síntese do hormônio giberelina, que desencadeia a atividade de α -amilase e outras enzimas específicas de germinação como protease e nuclease envolvidas na hidrólise e assimilação do amido (Gholami; Nezarat, 2009).

Para o comprimento de raiz houve diferença entre os tratamentos, onde T3 incrementou 25% no comprimento quando comparado à testemunha (T0). Para comprimento de parte aérea os T3, T1 e T2 incrementaram em 30,39%, 19,28% e 15,68% respectivamente em relação à Testemunha (T0). Para massa verde e seca de parte aérea e raiz não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 – Comprimento de parte aérea e radicular, massa fresca e massa seca das plantas.

Tratamento	Comprimento parte aérea (cm)	Comprimento parte radicular (cm)	Massa fresca parte aérea (g)	Massa fresca parte radicular (g)	Massa seca parte aérea (g)	Massa seca parte radicular (g)
T0	3,06 b	3,17 b	0,84 a	0,70 a	0,08 a	0,07 a
T1	3,65 a	3,41 b	0,99 a	0,72 a	0,09 a	0,08 a
T2	3,54 a	3,58 b	1,01 a	0,76 a	0,10 a	0,08 a
T3	3,99 a	3,97 a	1,13 a	0,82 a	0,12 a	0,10 a

*As médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.; cm: centímetro, g: gramas.

Fonte: Brincker, 2023.

Sementes de Ipê amarelo tratadas com *T. asperellum* apresentaram maior comprimento das raízes e da parte aérea, tendo efeito positivo no crescimento inicial dessas plantas (Misael Santos *et al.*, 2020). O uso de rizobactérias para a produção de pepino, aumentaram a germinação das sementes e as mudas produzidas apresentaram maior crescimento das raízes. O maior comprimento de raízes melhora a eficiência no processo de absorção dos nutrientes e da água, o que resulta em um melhor estabelecimento das plantas à campo. O microrganismo também auxilia na produção de fitocompostos, que auxiliam na resistência à estresses (Pérez-Garcia, 2023).

Esse aumento de crescimento de parte aérea e raiz ocorre porque os microrganismos benéficos promovem a síntese de diferentes metabólitos e compostos fitoquímicos, como os compostos fenólicos, derivados do ácido benzóico, que podem atuar como reguladores no crescimento das plantas (Yuzikhin *et al.*, 2021).

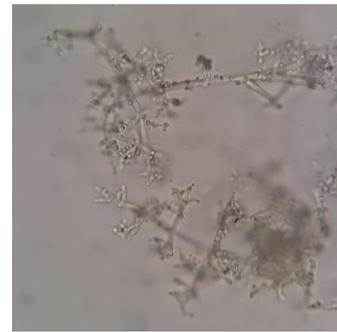
Foi observado a germinação do fungo *Trichoderma* sp. no tratamento T2 nas sementes (Figura 01). Nas sementes não germinadas foi observado a germinação do fungo de armazenamento *Aspergillus* sp., que atua na decomposição de sementes (Figuras 3, 4 e 5).

Figura 1 - *Trichoderma* sp. presentes na semente de ervilha.



Fonte: Brincker, 2023.

Figura 2 - Esporos de *Trichoderma* sp. vistos no microscópio, aumento de 400x.



Fonte: Brincker, 2023.

Figura 03 - Fungo *Aspergillus* sp. na semente de ervilha.



Fonte: Brincker, 2023.

Figura 04 - Fungo *Aspergillus* sp. crescendo em placa de Petri.



Fonte: Brincker, 2023.

Figura 05 - Esporos de *Aspergillus* sp. vistos no microscópio, aumento de 400x.



Fonte: Brincker, 2023.

4 CONCLUSÃO

Portanto, os tratamentos T1 e T3 geram incrementos na germinação de sementes de ervilha e crescimento inicial de ervilha, sendo uma boa alternativa para o tratamento de sementes, visando garantir melhor estande inicial de plantas. Além disso, pode-se concluir que a mistura dos produtos proporciona um ganho significativo na germinação e crescimento inicial de plântulas de ervilha quando comparado ao seu uso de maneira isolada.

REFERÊNCIAS

AGHOLAMI, S. SHAHSAVANI AND S. NEZARAT, "The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination, Seedling Growth and Yield of Maize," World Academy of Science. **Engineering and Technology**, v. 49, p. 19-24, 2009.

CNA. **Ervilha, do Oriente Médio ao Brasil**. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/ervilha>. Acesso em: 10 abr. 2024.

DORIGHELLO, D. V. *et al.* Management of Asian soybean rust with *Bacillus subtilis* in sequential and alternating fungicide applications. **Australasian plant pathology: APP**, v. 49, n. 1, p. 79-86, 2020.

FAZARD, A. *et al.* Transcriptional profiling of diffusible lipopeptides and fungal virulence genes during *Bacillus amyloliquefaciens* EZ1509-mediated suppression of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 110, n. 2, p. 317–326, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2021.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV. Viçosa: Editora UFV, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS-FAO DATABASE. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en>. Acesso em: 10 abr. 2024.

FRANÇA-NETO, J. *et al.* **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade**. Londrina; Londrina: Embrapa Soja, 2016. v. 82.

GABARDO, G. *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis* como antagonistas no crescimento de fungos fitopatogênicos in vitro. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, n. 8, p. 55870–55885, 2020.

GIORDANO L. B. Clima, solo e adubação. In: GIORDANO L. B.; LOPES C.A.; FRANÇA F. H.; SILVA H. R.; PESSOA H. B. S. V.; SANTOS J. R. M.; MAROUELLI W. A.; PEREIRA W. **Cultivo da ervilha (*Pisum sativum* L.)**. 3. ed. Brasília: Embrapa-CNPQ, 1997. p. 20.

MARTÍNEZ-HIDALGO, P.; GARCÍA, J. M.; POZO, M. J. Induced systemic resistance against *Botrytis cinerea* by *Micromonospora* strains isolated from root nodules. **Frontiers in microbiology**, v. 6, 2015.

NOMAUVO, EMÉRIC KOCHONI; YÉDÉOU O. DIDAGBÉ, ADOLPHE ADJANOHOOUN, MARCELLIN ALLAGBÉ, RACHIDATOU SIKIROU; EMMA W. GACHOMO; SIMEON O. KOTCHONI; LAMINE BABA-MOUSSA. Effect of Different Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Maize Seed Germination and Seedling Development Pacôme. **American Journal of Plant Sciences**, 2013, v. 4, p. 1013-1021.

PÉREZ-GARCÍA, L. - A.; SÁENZ-MATA, J.; FORTIS-HERNÁNDEZ, M.; NAVARRO-MUÑOZ, C. E.; PALACIO-RODRÍGUEZ, R.; PRECIADO-RANGEL, P. **Plant-Growth-Promoting Rizobacteria Improve Germination and Bioactive Compounds in Cucumber Seedlings**. **Agronomy**, v. 13, n. 2, p. 315, 2023.

MILJAKOVIĆ, D.; MARINKOVIĆ, J.; TAMINDŽIĆ, G.; ĐORDEVIĆ, V.; TINTOR, B.; MILOŠEVIĆ, D.; IGNJATOV, M.; NIKOLIĆ, Z. Bio-priming of soybean with *Bradyrhizobium japonicum* and *Bacillus megaterium*: Strategy to improve seed germination and the initial seedling growth. **Plants**, v. 11, n. 15, p. 1927, 2022.

OLIVEIRA, A. C. B.; ROSA, A. P. S. A. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina**. Santa Maria: Editora GR, 2013.

OLIVEIRA, A. G. et al. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, n. 3, p. 149–155, 2012.

Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. A. Manual de fungicidas: um guia para o controle químico racional de doenças em plantas. **Passo Fundo: Berthier**, 264 p, v. 8, 2021.

RICHEITI, A.; GOULART, A. C. P. **Adoção e custo do tratamento de sementes na cultura da soja.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188348/1/ID-36739.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SANTOS, M. F.; SANTOS, L. E.; COSTA, D. L.; VIEIRA, T. A.; LUSTOSA, D. C.; *Trichoderma* spp. on treatment of *Handroanthus serratifolius* seeds: effect on seedling germination and development. *Heliyon*; CellPress. Vol. 10. 30 de Abril de 2024.

SILVA, J. C. *et al.* Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Amazonian Journal of Agricultural and Environment al Sciences**, v. 55, n. 4, p. 243–250, 2012.

URECHE, M.A.L.; PÉREZ-RODRIGUEZ, M.M.; ORTIZ, R.; MONASTERIO, R.P.; COHEN, A.C. Rhizobacteria improve the germination and modify the phenolic compound profile of pepper (*Capsicum annum* L.). **Rhizosphere** June 2021, v. 18, 100334.

YUZHUKHIN, O.S. *et al.* Rhizosphere bacterium rhodococcus sp. P1Y metabolizes abscisic acid to form dehydrovomifoliol. **Biomolecules**, v. 11, n. 3, p. 345, 2021.

WANG, C. J. Endophytic *Bacillus amyloliquefaciens* YTB1407 elicits resistance against two fungal pathogens in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). **Journal of Plant Physiology**, v. 253, p. 887–897, 1973.

CAPÍTULO 24

LEPIDÓPTEROS (INSECTA) ASSOCIADOS AO CULTIVO DE PLANTAS ORNAMENTAIS EM RIO PRETO DA EVA, AMAZONAS, BRASIL

Gilcélia Melo Lourido   

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, Brasil

Karla Francini Gonçalves Guerra   

Diretoria de Ensino Norte 2-Secretaria de Educação (SEDUC), São Paulo, Brasil

Fernanda Lourido Xavier   

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.705 

Resumo: O cultivo de flores e plantas ornamentais é uma atividade que desponta lentamente no estado do Amazonas, porém é a principal fonte de renda para pequenos produtores rurais no município de Rio Preto da Eva, Amazonas. Dessa forma, com este trabalho, objetivou-se conhecer a fauna de lepidópteros associada ao cultivo de plantas ornamentais em Rio Preto da Eva, verificando a interação com as espécies botânicas e, em caso de praga, as injúrias ocasionadas. Foram realizadas visitas bimestrais, durante os anos de 2015 e 2016. As coletas ocorreram por meio de busca ativa diretamente nos cultivos. O total de 310 lepidópteros foi coletado e/ou registrado, pertencentes a 27 espécies e 10 famílias, associados a 20 espécies de 14 famílias botânicas. *Methona themisto themisto* (Hübner 1818), *Anartia jatrophae jatrophae* (Linnaeus 1763), *Ascia monuste orseis* (Godart 1819) e *Diaphania hyalinata* (Linnaeus 1767) foram as espécies de lepidópteros mais abundantes. Dentre as espécies de Lepidoptera coletadas/registradas, 12 eram visitantes florais e 19 estavam ocasionando injúrias nas plantas, porém 11 dessas espécies tiveram menos de 1% de representatividade. Diante disso, a diversidade de lepidópteros foi relativamente alta. Embora as espécies potenciais pragas fossem mais numerosas, foram menos abundantes em relação aos visitantes florais.

Palavras-chave: Agricultura. Cultivo agrícola. Interação. Polinizadores. Pragas agrícolas.

1 INTRODUÇÃO

A biodiversidade, associada à diversidade climática nos diferentes biomas brasileiros, oferece condições para a produção de uma variedade de flores e folhagens, o que possibilita a formação e o desenvolvimento do mercado de flores e plantas ornamentais no país (Bueno; Silveira; Buainain, 2023). A Amazônia, com sua extensa floresta, possui um dos maiores estoques de bioprodutos do planeta, particularmente de espécies vegetais para as mais diversas aplicações, como as flores e plantas ornamentais (Segovia, 2020). Entretanto, ao contrário do que é observado nas outras regiões do Brasil, o segmento de flores e plantas ornamentais, especificamente no estado no Amazonas, ainda é pouco explorado, com destaque para pequenos pólos que são responsáveis pela produção na região (Manaus, Presidente Figueiredo e Rio Preto da Eva) (Candido, 2014).

Em Rio Preto da Eva, a atividade de flores e plantas ornamentais ganhou força por meio da associação Flores da Eva e do apoio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE/AM (Candido, 2014). Em 2015, a associação era composta de 27 associados, entretanto, somente sete trabalhavam quase exclusivamente no cultivo de plantas ornamentais. Apenas duas propriedades produtoras abriam as portas à visitação, que eram guiadas e gratuitas, tendo como atrativos as espécies botânicas cultivadas e o fato dessas atraírem as borboletas.

As borboletas juntamente com as mariposas compreendem a ordem Lepidoptera, que tem cerca 160.000 espécies descritas, distribuídas em 137 famílias e 43 superfamílias (Carneiro *et al.*, 2024). Muitos desses lepidópteros são considerados pragas agrícolas, pois suas lagartas podem ocasionar danos a plantas cultivadas. No entanto, algumas espécies, quando adultas, são visitantes florais, podendo contribuir como polinizadoras, o que é denominado psicofilia (borboletas) ou falenofilia (mariposas) (Cézar; Vieira; Lourido, 2022). Outro aspecto a ser observado é a utilização

das borboletas ou outros insetos em atividades socioeconômicas que favoreçam a comunidade local, por exemplo, os turismos ecológico e científico. Para tanto, é imprescindível que o produtor: (I) entenda de que forma esses insetos estão associados aos cultivos de plantas; (II) monitore as espécies com potencial de praga, pois favorece um melhor planejamento e uso eficiente de recursos de produção; e (III) adote práticas agrícolas menos agressivas ao ambiente e a ele mesmo.

Dessa forma, com este estudo, objetivou-se conhecer a fauna de lepidópteros associada ao cultivo de plantas ornamentais no município de Rio Preto da Eva, verificando o tipo de interação com as espécies botânicas e, em caso de praga, as injúrias ocasionadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Rio Preto da Eva (02° 42' 11.5" S; 59° 40' 48.1" W), estado do Amazonas, que dista cerca de 80 km da capital Manaus. O município possui uma área territorial de 5.815,622 km² e uma população estimada de 24.936 habitantes (IBGE, 2022). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é tropical quente e úmido com temperatura média anual de 26,7 °C, variando entre 23,3 °C e 31,4 °C. A precipitação média anual é de 2.286 mm e a umidade relativa fica em torno de 80%. A estação chuvosa vai de dezembro a maio, e a estação seca vai de junho a novembro (Barbosa *et al.*, 2015).

As coletas e observações foram realizadas em três propriedades produtoras de plantas ornamentais, duas localizadas no km 2 e no km 4 do Ramal Francisca Mendes, e uma outra no km 4 do Ramal do Baixo Rio. As áreas cultivadas variavam de 0,5 a 1 hectares e dispunham de cultivos tanto a campo aberto quanto em casas de vegetação, diretamente no solo ou em vasos em ambos os casos (Figura 1A-C).

Figura 1 – Diferentes cultivos amostrados. A- Cultivo a campo. B- Cultivo em vasos. C- Casa de vegetação



Fonte: Autores, 2024.

2.2 Coleta e monitoramento dos lepidópteros

Para o monitoramento, foram realizadas visitas bimestrais, durante os anos de 2015 e 2016, permanecendo-se na propriedade por três dias consecutivos. Quando possível, as coletas e observações foram feitas na companhia dos produtores rurais, sempre por meio de busca ativa nos plantios, utilizando-se pinças para coleta de imaturos (ovos, larvas e pupas) e redes entomológicas para captura dos adultos (autorização do SISBio nº. 46862-2).

2.3 Tratamento e identificação dos lepidópteros

Os espécimes imaturos (ovos, larvas e pupas) foram levados para o viveiro de criação no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), mantidos na planta hospedeira, cultivadas em vasos, ou em recipientes plásticos cobertos com *voil* até atingirem a fase adulta, visando identificação. Os adultos coletados foram sacrificados, montados, etiquetados e identificados em nível de gênero, espécie e/ou subespécie, com base na literatura de referência (por exemplo, Costa

et al., 2017; Garwood; Jaramillo, 2023) e/ou por comparação com espécimes identificados por especialistas no acervo do INPA, e ainda comparados com imagens dos Tipos disponíveis em www.butterfliesofamerica.com/ de Warren *et al.* (2024). Os espécimes (*vouchers*) foram depositados na coleção de invertebrados do INPA. Todos os dados obtidos foram inseridos em planilhas do Microsoft Excel para análise de riqueza e abundância dos lepidópteros observados nos cultivos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados e/ou registrados 310 lepidópteros, pertencentes a 27 espécies e 10 famílias, associadas a 20 espécies de 14 famílias botânicas. No Quadro 1 constam as famílias e espécies dos lepidópteros e plantas com as respectivas interações registradas nos cultivos amostrados. A comparação entre a riqueza e abundância de espécies observada em Rio Preto da Eva e outras regiões é limitada, uma vez que não foram padronizados os métodos de captura, a área amostrada, os estágios de desenvolvimento dos insetos e a fenologia das plantas. Apesar disso, a riqueza de lepidópteros coletados nos plantios é relativamente alta, considerando-se que as áreas amostradas sofreram forte ação antrópica e os cultivos são temporários.

Quadro 1 - Famílias e espécies dos lepidópteros e das plantas nos amostradas nos cultivos de flores e plantas ornamentais no município de Rio Preto da Eva, Amazonas, Brasil.

Família de Lepidoptera	Espécie de Lepidoptera	Família botânica	Espécie botânica	Interação
Crambidae	<i>Diaphania hyalinata</i> (Linnaeus, 1767)	Curcubitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	A lagarta alimenta-se da polpa do fruto, formando galerias no seu interior.
	<i>Diaphania nitidalis</i> (Cramer, 1782)	Curcubitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	A lagarta alimenta-se da polpa do fruto
Sphingidae	<i>Neococytius cluentius</i> (Cramer, 1775)	Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> Koenig	O adulto é o polinizador da espécie.
	<i>Manduca sexta paphus</i> (Cramer, 1779)	Solanaceae	<i>Capsicum</i> sp.	A lagarta é desfolhadora.
Erebidae	<i>Antichloris eriphia</i> (Fabricius, 1777)	Heliconiaceae	<i>Heliconia</i> sp.	A lagarta alimenta-se do limbo foliar, formando diversos furos.
	<i>Hypercompe</i> sp.	Orchidaceae	Não identificada	A lagarta alimenta-se da flor..
Noctuidae	<i>Spodoptera cosmioides</i> (Walker, 1858)	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	A lagarta alimenta-se da folha.

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith, 1797)	Amaryllidaceae	<i>Urceolina amazonica</i> (Linden)	A lagarta foi encontrada na base da planta.
Hesperiidae	<i>Spicauda teleus</i> (Hübner, 1821)	Asteraceae	<i>Tagetes</i> sp.	Visitante floral.
		Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Visitante floral.
	<i>Burnsius orcus</i> (Stoll, 1780)	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	Visitante floral.
	<i>Heliopetes arsalte</i> (Linnaeus, 1758)	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	O adulto é visitante floral.
Lycaenidae	<i>Hemiargus hanno hanno</i> (Stoll, 1790)	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	Visitante floral.
Nymphalidae	<i>Methona themisto themisto</i> (Hübner, 1818)	Solanaceae	<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl)	A lagarta é desfolhadora.
	<i>Dione vanillae</i> (Linnaeus, 1758)	Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	A lagarta é desfolhadora.
	<i>Dione juno juno</i> (Cramer, 1779)	Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	A lagarta é desfolhadora.
	<i>Euptoieta begesia</i> (Cramer, 1779)	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	Visitante floral.
			<i>Lantana camara</i> L.	Visitante floral.
	Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Visitante floral.	
		<i>Anartia jatrophae jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.
	<i>Lippia alba</i> (Mill.)			A lagarta alimenta-se da folha.
	<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	A lagarta alimenta-se das folhas e o adulto é visitante floral.
	<i>Brassolis sophorae sophorae</i> (Linnaeus, 1758)	Arecaceae	Adulto capturado com rede entomológica, mas a lagarta pode ser encontrada em <i>Roystonea oleraceae</i> (Jack.) e em <i>Livistona chinensis</i> (Jacq.), presentes no plantio.	Lagarta desfolhadora
<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, [1808])	Arecaceae	Adulto capturado com rede entomológica. Lagarta comumente encontrada em <i>Cocos nucifera</i> (L.).	Lagarta desfolhadora	
Papilionidae	<i>Heraclides anchisiades anchisiades</i> (Esper, 1785)	Rutaceae	Adulto capturado com rede entomológica. A lagarta é comum em <i>Citrus</i> spp., havendo	Lagarta desfolhadora.

			espécies ornamentais na área de coleta.	
Pieridae	<i>Pyrisitia venusta venusta</i> (Boisduval, 1836)	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	Visitante floral.
		Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Visitante floral.
	<i>Aphrissa statira statira</i> (Cramer, 1777)	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Visitante floral.
	<i>Ascia monuste orseis</i> (Godart, 1819)	Capparaceae	<i>Cratogeomys</i> L.	A lagarta é desfolhadora.
		Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	Visitante floral.
			<i>Lantana camara</i> L.	Visitante floral.
Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Visitante floral.		
Riodinidae	<i>Stalactis phlegia</i> (Cramer, 1779)	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	Visitante floral.
	<i>Napaea thasus</i> (Stoll, 1780)	Orchidaceae	<i>Cattleya violacea</i> (Kunth)	As larvas foram capturadas nas folhas.
	<i>Synargis calyce</i> (Felder & Felder, 1862)	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	Visitante floral.

Fonte: Autores, 2024.

Dentre os lepidópteros registrados, 12 espécies eram visitantes florais (Figura 2A), e algumas ainda procuraram diferentes tipos de flores, sendo denominadas generalistas, uma vez que os visitantes que procuram um tipo específico de flor são chamados especialistas (César; Vieira; Lourido, 2022; Russell; Stephen; Papaj, 2017).

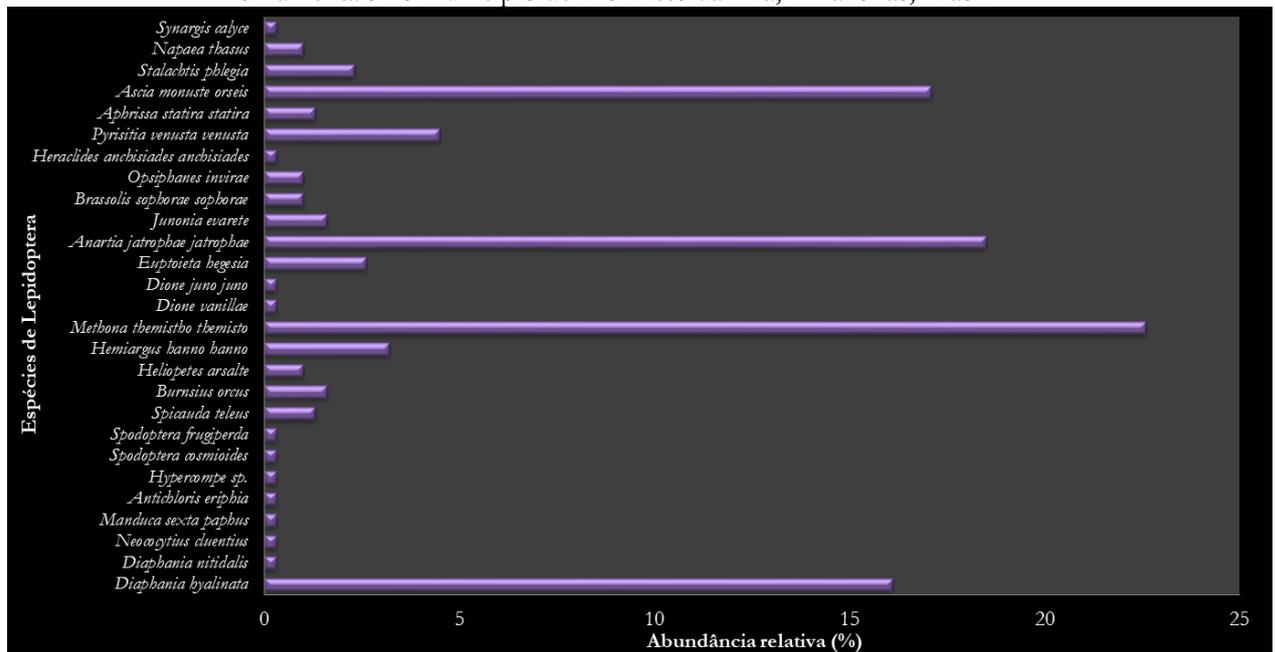
Figura 2 – Tipos de interações entre os lepidópteros e as plantas ornamentais cultivadas no município de Rio Preto da Eva, Amazonas, Brasil. A- *Spicauda telus* (Hübner) alimentando-se do néctar da flor do cravo-de-defunto. B- Lagarta de *Methona themistho themistho* (Hübner) alimentando-se da folha do manacá.



Fonte: Autores, 2024.

O número de espécies consideradas pragas ou que apresentam potencial para tal apresentou maior representatividade, totalizando 19 spp. Dentre essas espécies, quatro foram mais abundantes: *Methona themistho themisto* (Hübner, 1818), *Anartia jatrophae jatrophae* (Linnaeus, 1763), *Ascia monuste orseis* (Godart, 1819) e *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767). No entanto, 11 spp., que também estavam ocasionando injúrias a plantas, tiveram menos de 1% de representatividade (Figura 3).

Figura 3 - Abundância relativa das espécies de lepidópteros coletados/observados em cultivos de plantas ornamentais no município de Rio Preto da Eva, Amazonas, Brasil.



Fonte: Autores, 2024.

O conceito de praga refere-se a organismos, sejam plantas, insetos, fungos, bactérias ou outros, que causam danos significativos às plantações (Gallo *et al.*, 2002). Esse é o caso daquelas espécies desfolhadoras (Figura 2B) ou que se alimentam de caules, flores ou frutos, que são os produtos do agronegócio de flores e plantas ornamentais. As borboletas visitantes florais, além de possíveis polinizadoras, são úteis nas unidades produtoras abertas à visitação, pois chamam a atenção do público em geral pela beleza e dinamismo (César; Vieira; Lourido, 2022).

4 CONCLUSÃO

Embora, as pragas estejam em maior número de espécies, no geral, essas foram menos abundantes em relação aos visitantes florais. Sendo assim, é relevante encorajar o desenvolvimento de atividades que destaquem o potencial econômico dos insetos, a exemplo das abelhas para produção de mel e das borboletas no turismo ecológico e/ou científico, fazendo-se uso de práticas

agrícolas que incentivam a conservação das espécies juntamente com atividades que favoreçam a presença dessas espécies no ambiente.

Agradecimentos e financiamento

Agradecemos aos produtores rurais da Associação Flores da Eva: Nonata da Silva, Alzira Leal, Sueley da Silva, Antônio Bezerra e Julieta da Silva (*in memoriam*) por permitirem e apoiarem o desenvolvimento do projeto em suas propriedades. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo auxílio financeiro (processo nº 062.02215/2014).

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, P. H. D. *et al.* Variabilidade de elementos meteorológicos e de conforto térmico em diferentes ambientes na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 98-118, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v17i0.43048>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- BUENO, M. D. A.; SILVEIRA, R. L. F.; BUAINAIN, A. M. Identificação dos riscos na produção de flores e plantas ornamentais: evidências a partir da região de Holambra/SP. **Gestão & Regionalidade**, São Caetano do Sul, v. 39, e20236836, p. 1-27, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.13037/gr.vol39.e20236836>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- CANDIDO, M. N. O. **Associativismo e agricultura familiar**: construção de indicadores de sustentabilidade para a associação “Flores da Eva” no município de Rio Preto da Eva-AM. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado em Serviço Social e Sustentabilidade) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.
- CARNEIRO, E. *et al.* Lepidoptera Linnaeus, 1758. *In*: RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. (eds.). **Insetos do Brasil**. 2. ed. Manaus: INPA, 2024. cap. 33, p. 710-766. Disponível em: <https://doi.org/10.61818/56330464>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- CÉZAR, K. F. S.; VIEIRA, R. S.; LOURIDO, G. M. Nectarivore butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) from an Urban Forest Fragment in Manaus, Amazonas. **EntomoBrasilis**, v. 15, e1010, p. 1-9, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v15.e1010>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- COSTA, M. *et al.* Lepidoptera del Pantepui. Parte IV. Nuevos Riodinidae Riodininae y Pieridae Pierina. **Bulletin de la Société entomologique de France**, v. 122, n. 3, p. 269-286, 2017. Disponível em: https://www.persee.fr/issue/bsef_0037-928x_2017_num_122_3. Acesso em: 01 jan. 2023.
- GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GARWOOD, K.; JARAMILLO, J. G. **Foto guía de Mariposas de Colombia/ Photo guide to the Butterflies of Colombia (Lepidoptera: Papilionoidea)**. BioButterfly Database, 2023. 1.087 p. Disponível em: <http://www.butterflycatalogs.com>. Acesso em: 01 jan. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados:** Rio Preto da Eva. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/rio-preto-da-eva/panorama>. Acesso em: 09 maio 2024.

RUSSELL, A. L.; STEPHEN, B. L.; PAPAJ, D. R. How a generalist bee achieves high efficiency of pollen collection on diverse floral resources. **Behavioral Ecology**, Oxford, v. 28, n. 4, p. 991-1003, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/beheco/ax058>. Acesso em: 05 jun. 2024.

SEGOVIA, J. F. O. A flora amazônica e as potencialidades de inovação no agronegócio de flores e de plantas ornamentais. *In*: SEGOVIA, J. F. O. (Orgs.). **Floricultura tropical: técnicas e inovações para negócios sustentáveis na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 1, p. 11-32.

WARREN, A.D. *et al.* **Illustrated Lists of American Butterflies**. 2024. Disponível em: <http://www.butterfliesofamerica.com/>. Acesso em: 02 jan. 2024.

CAPÍTULO 25

ENVELHECIMENTO DE SEMENTES E ANÁLISE PROCESSO DE EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE AROEIRA (*Astronium urundeuva* M. Allemão)

Matheus Ribeiro Santana   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

José Aliçandro Bezerra da Silva   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Jocelma Maria da Silva   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Anderson da Silva Santos   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Ana Vitória Freire Neves   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Diego Ariel Meloni   

Universidade Nacional de Santiago Del Estero

João Henrique Rodrigues Sá   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Erica Heloise Freitas Santos   

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Marcelo da Silva Martins   

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Giovani Evangelista Santos   

Universidade Estadual de Pernambuco, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.706 

Resumo: A espécie *Astronium urundeuva* M. Allemão, conhecida popularmente como aroeira, especialmente na região Nordeste pelas suas aplicações medicinais, é amplamente distribuída em todo território brasileiro. Com o presente estudo, teve-se como objetivo avaliar a influência do envelhecimento das sementes de aroeira nas características morfológicas e fisiológicas das plântulas durante dois ciclos de cultivo. Para isso, o trabalho foi realizado em uma casa de vegetação localizada na Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Bahia. Os experimentos foram conduzidos utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), contendo dois ciclos, de março a maio para o ciclo 1 e maio a julho para o ciclo 2. Os tratamentos aplicados foram constituídos com quatro repetições, totalizando 120 amostras por repetição. Os parâmetros avaliados incluíram, índice de velocidade de emergência, tempo médio de germinação, diâmetro do caule, número de folhas, altura da planta e índices de clorofila A e B. O tempo de envelhecimento das sementes de aroeira não influenciou significativamente a germinação e a emergência de plântulas. Entretanto, é possível afirmar que para o lote de sementes de aroeira após período de nove meses, a capacidade das sementes para produção de plantas com capacidade máxima para formação morfológica apresenta efeitos negativos em função do seu envelhecimento.

Palavras-chave: Anacardiaceae. Armazenamento. Variáveis morfológicas.

1 INTRODUÇÃO

A aroeira (*Astronium urundeuva* M. Allemão) é uma planta nativa da Caatinga, também é encontrada em outros países, como Argentina e Paraguai. Encontrada em diversos domínios, incluindo a Caatinga, o Cerrado e a floresta pluvial. Pertencente à família Anacardiaceae, a aroeira é conhecida como uma espécie de árvore caducifólia, com porte variando de acordo com a região de origem. Seu tronco é pardo avermelhado, com sabor adstringente, desenvolve “madeira” (caule), dura e resistente a cupins, bastante utilizada na construção civil, sendo também usada como medicamento natural, servindo de anti-inflamatório (Pareyn *et al.*, 2018; Viana, 1995).

Amplamente estudada devido às suas propriedades terapêuticas, com destaque para as atividades anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana e cicatrizante (Figueredo *et al.*, 2022; Nascimento *et al.*, 2022). Para Pareyn *et al.* (2018), dentre muitas espécies arbóreas nativas que podem ser utilizadas para enriquecimento ou recomposição de áreas de reserva legal, a aroeira é uma das mais promissoras, especialmente devido ao seu reconhecimento de valor econômico e adaptação a diferentes condições climáticas. Entretanto, a aroeira vem sendo explorada de forma desordenada, ocasionando redução drástica no número de indivíduos, fazendo com que passasse a fazer parte da lista de espécies ameaçadas de extinção, sendo oportuna a prioridade da conservação (Costa *et al.*, 2015).

As sementes de plantas florestais apresentam significativa diversidade fisiológica, decorrente de vários fatores que afetam diretamente seu vigor, incluindo o habitat, o período de coleta, as condições de armazenamento e o conteúdo de água. Esses podem ser definidos como um somatório de propriedades que determinam o potencial fisiológico das sementes para uma

rápida e uniforme emergência, com o crescimento e desenvolvimento de plântulas normais sob ampla faixa de condições ambientais (Pacheco *et al.*, 2017).

Assim, estudos sobre sementes, sua capacidade de produção de plântulas envolvendo sua propagação são necessários como estratégias para a sua seleção, conservação e cultivo (Souza *et al.*, 2022). Segundo alguns pesquisadores a aroeira pode germinar em diferentes substratos, entretanto fatores ambientais podem afetar tanto a germinação, emergência e crescimento inicial das plântulas como salinidade, tipos de substratos (Kratka; Correia, 2015).

Outro fator que pode ser considerado extremamente importante por influenciar a capacidade de germinação das sementes de diversas espécies de plantas é seu envelhecimento, este pode afetar significativamente o vigor e a capacidade de germinação de várias espécies de plantas. Nesse contexto, com presente estudo, teve-se como objetivo avaliar a influência do envelhecimento das sementes de aroeira sobre características morfológicas e fisiológicas ao longo de dois ciclos de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados em casa de vegetação, localizada na Universidade Federal do Vale do São Francisco, localizada no Campus Juazeiro, Bahia. Os experimentos foram conduzidos utilizando delineamento experimental completamente casualizado (DIC) em dois ciclos de emergência e crescimento inicial de plântulas, de março a maio de 2019 para o ciclo 1 e de maio a julho de 2019 para o ciclo 2. Os tratamentos foram constituídos de quatro repetições, totalizando 120 amostras por repetição. O lote de sementes utilizado foi coletado em 24 de setembro de 2018 (município de Salgueiro, estado de Pernambuco).

A preparação do substrato para realização dos experimentos foi feita utilizando o solo tipo Latossolo, com adição de areia e húmus de minhoca nas proporções de 2:1:1, respectivamente. O substrato foi colocado em sacos pretos para produção de mudas, de dimensões 18 cm x 24 cm, dispostos em bancadas suspensas a 1m do solo, no interior do viveiro. Em seguida, foi realizada a semeadura em covas, colocando-se uma semente por saco de muda.

As sementes de Aroeira não apresentam dormência tegumentar, devido esse fator, não foi necessário a escarificação para aumentar seu potencial germinativo, pois elas exibem tegumento membranáceo e são desprovidas de endosperma. Para análises do processo de emergência das plântulas e suas características morfofisiológicas foram considerados dois ciclos de avaliações supracitados.

Todos os dados obtidos nos experimentos foram ajustados e analisados com aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

2.1 Determinação das variáveis morfológicas

Foram feitas as determinações do diâmetro do caule (mm), número de folhas, número de ramos, altura da planta (cm): Foram coletados dados de doze plântulas, três de cada uma das quatro repetições. O diâmetro do caule foi medido com auxílio do paquímetro e a altura da planta com régua.

2.2 Estudo do processo de emergência das plântulas

a. Índice velocidade de emergência (IVE)

Foram realizadas contagens diárias das plântulas normais durante 60 dias e o índice, calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962).

A seguir, para os cálculos de porcentagem de germinação, tempo médio, velocidade e frequência relativa de germinação foram realizados de acordo com Labouriau e Valadares (1976).

b. Tempo Médio de emergência (t)

$$t = \frac{\left(\sum_{i=1}^k ni \cdot ti \right)}{\sum_{i=1}^k ni}$$

Em que: t = tempo médio de incubação; ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação (dias).

c. Porcentagem de emergência (G)

$$G = \left(\frac{N}{A} \right) \cdot 100$$

Em que: G = porcentagem de germinação; N = número de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar (120).

d. Velocidade média de emergência (VMG)

$$VMG = 1/t$$

Em que: VMG = velocidade média de germinação; t = tempo médio de germinação.

e. Frequência relativa de emergência (Fr)

$$Fr = \frac{ni}{\sum_{i=1}^k ni}$$

Em que: Fr = frequência relativa de germinação; ni = número de sementes germinadas por dia; ni = número total de sementes germinadas.

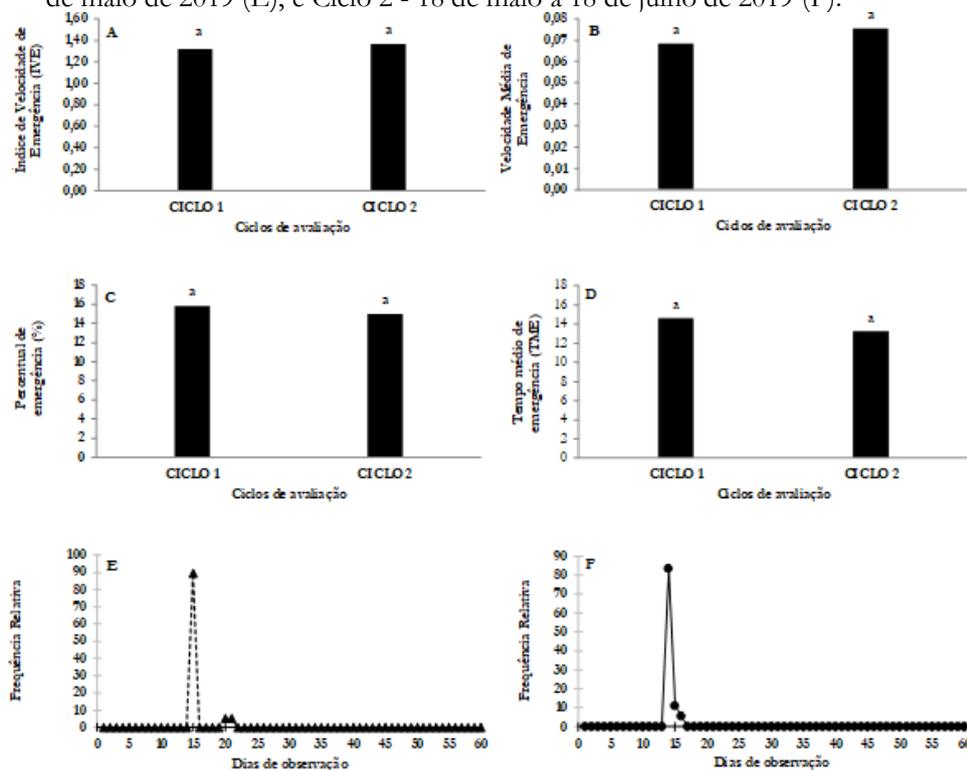
2.3 Índice de Clorofila:

Para esta variável foram selecionadas folhas com características uniformes quanto à cor, tamanho, livre da incidência de doenças. O índice de clorofila foi determinado através do dispositivo portátil ClorofiLOG, modelo CFL 1030, da empresa Falker, foram quantificados os valores relativos ao índice de clorofila A e clorofila B total.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 1, correspondente aos resultados referentes ao processo de emergência das plântulas de catingueira, durante os dois ciclos de avaliação, é possível constatar que não houveram diferenças significativas ao comparar os ciclos de avaliação para o índice, tempo médio, percentual de emergência das sementes. Em relação a frequência relativa para os ciclos estudados, ou seja, tanto para o Ciclo 1 (Figura 1E) como para o Ciclo 2 (Figura 1F) da aroeira, constatou-se que seu nível máximo foi atingido a partir do 13º dia de implantação do experimento, com os dois períodos apresentando valores aproximados.

Figura 1 - Índice de velocidade de emergência - IVE (A), Velocidade média de emergência (B), Porcentagem de emergência (%) (C), Tempo médio de emergência – TM (D), e Frequência Relativa de Emergência - FRE para dois ciclos de cultivos iniciais de plântulas de catingueira: Ciclo 1 - 8 de março a 8 de maio de 2019 (E), e Ciclo 2 - 18 de maio a 18 de julho de 2019 (F).

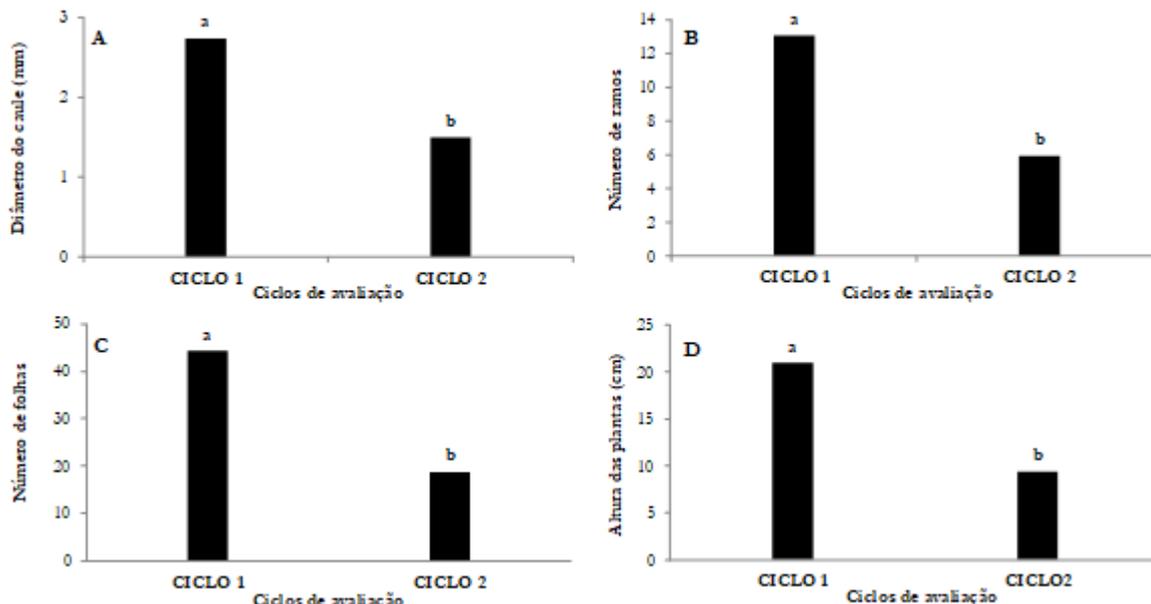


Fonte: Santana, 2019.

Ao realizar os estudos sobre o processo de formação morfológica das plântulas em detrimento do processo de emergência, comparando os dois ciclos de cultivo (Figura 1), constatou-se que os melhores resultados foram obtidos para as plantas cultivadas no Ciclo 1. Esse resultado demonstra que o envelhecimento das sementes pode ter afetado o crescimento e desenvolvimento das plântulas, provavelmente por reduzir a viabilidade das sementes e sua capacidade de formação estrutural das novas plantas após sua emergência.

Desta forma, verificou-se que os melhores resultados quanto a formação da parte aérea, foram obtidos para as sementes cultivadas no primeiro ciclo de cultivo, ou seja, para melhores desempenhos para o diâmetro do caule (Figura 2A), número de ramos (Figura 2B) e folhas (Figura 2C), e altura das plântulas (Figura 2D). Assim, o tempo de pós amadurecimento da semente, em função da separação da planta mãe, ou seja, desde a coleta e seu armazenamento, de aroeira possivelmente influenciou de forma negativa a formação das estruturas formadoras da parte aérea das plântulas.

Figura 2 - Resultados encontrados para análise morfológica para a espécie aroeira referente a diâmetro do caule (A), número de ramos (B), número de folhas (C) e altura das plantas (D). Foram analisados dois ciclos de cultivo: Ciclo 1 - de 8 de março a 8 de maio de 2019 e Ciclo 2 - dia 18 de maio a 18 de julho de 2019



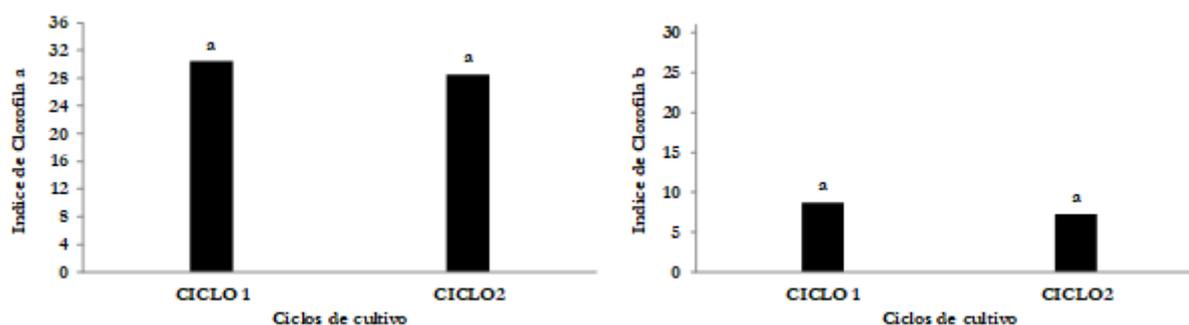
Fonte: Santana, 2019.

Apesar das sementes de aroeira serem classificadas como ortodoxas, sendo resistentes à dessecação, o tempo de armazenamento deve ter afetado os processos em cada fase do processo de germinação. Alves *et al.* (2020), avaliando o desempenho fisiológico de diásporos de *A. urundeuva* quando armazenados em diferentes condições e submetidos posteriormente à diferentes

tratamentos pré-germinativos de condicionamento fisiológico, afirmaram que o armazenamento dos diásporos de *A. urundeuva* por 180 dias acarreta na diminuição do potencial fisiológico, independente da temperatura e umidade relativa do ar.

Verificou-se que não houveram diferenças significativas no processo de biossíntese das clorofilas A e B (Figura 3), não ocorrendo alteração dos índices desses pigmentos nas folhas das plântulas para os dois ciclos avaliados. Assim, foi possível constatar que o intervalo de quatro meses não alterou a capacidade das plantas de sintetizar e acumular os tipos de clorofilas nos tecidos foliares. Não afetando, desta forma, a capacidade das plantas de absorverem luz para realizar o processo de fotossíntese, indicando uma estabilidade na capacidade das plantas de sintetizar e acumular clorofilas, fundamentais para o processo de fotossíntese.

Figura 3 - Índice de clorofila a (A) e clorofila b (B), para a espécie aroeira, determinados a partir dois ciclos de cultivo: Ciclo 1 (8 de março a 8 de maio de 2019), e Ciclo 2 (18 de maio a 18 de julho de 2019)



Fonte: Santana, 2019.

4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, é possível afirmar que para o lote de sementes de aroeira após período de nove meses, a capacidade das sementes para produção de plantas com capacidade máxima para formação morfológica apresenta efeitos negativos em função do seu envelhecimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. M. *et al.* Aspectos germinativos e bioquímicos de diásporos de aroeira-do-sertão, armazenados e submetidos ao condicionamento fisiológico. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 4, p. 2358-2373, 2020.

COSTA, A. S. *et al.* Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) ao déficit hídrico e posterior recuperação. **Irriga**, v. 20, n. 4, p. 705-717, 2015.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: Sistema de Análise de Variância. Versão 5.6. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2011.

FIGUEIREDO, Y. G. *et al.* Profile of *Myracrodruon urundeuva* volatile compounds ease of extraction and biodegradability and in silico evaluation of their interactions with COX-1 and iNOS. **Molecules**, v. 27, n. 5, p. 1633, 2022.

KRATKA, P. C.; CORREIA, C. R. M. de A. Crescimento inicial de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 39, p. 551-559, 2015.

LABOURIAU, L. F. G.; VALADARES, S. M. **On the use of laboratory germination tests for seed quality evaluation**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1976.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

PAREYN, F. G. C. *et al.* *Myracrodruon urundeuva* – Aroeira. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C (Orgs.). **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial - Plantas para o Futuro: Região Nordeste**. Brasília - DF. MMA.

PACHECO, M. V. *et al.* Teste de envelhecimento acelerado em diásporos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista Biociências**, v. 23, n. 1, p. 76-82, 2017.

NASCIMENTO, A. V. de S. *et al.* O que sabemos sobre as sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae)? Revisão sobre uma Espécie Ameaçada e com Importância Socioeconômica. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 4, 2022.

VIANA, G. S. de B. **Aroeira-do-sertão: estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico**. Fortaleza: UFC, 1995. 164 p.

CAPÍTULO 26

ENVELHECIMENTO DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DA ESPÉCIE DE CATINGUEIRA (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis) NA CAATINGA, VALE SÃO FRANCISCO

Matheus Ribeiro Santana   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

José Aliçandro Bezerra da Silva   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

João Henrique Rodrigues Sá   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Anderson da Silva Santos   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Ana Vitória Freire Neves   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Diego Ariel Meloni   

Universidade Nacional de Santiago Del Estero

Erica Heloise Freitas Santos   

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Marcelo da Silva Martins   

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Jocelma Maria da Silva   

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Giovani Evangelista Santos   

Universidade Estadual de Pernambuco, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.707 

Resumo: A catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis) é uma espécie importante para a Caatinga no semiárido brasileiro, mas enfrenta ameaças devido a atividades extrativistas, com projeções de redução drástica no número de plantas e na dispersão de sementes. Com o estudo, buscou-se avaliar o impacto do envelhecimento das sementes de catingueira na emergência e nas características morfológicas e fisiológicas das plântulas em dois ciclos de cultivo. O experimento ocorreu no viveiro da Universidade Federal do Vale do São Francisco, usando um delineamento experimental completamente casualizado (DIC). Foram dois ciclos de experimentação em 2019, com cada tratamento repetido quatro vezes. Foram avaliados diversos parâmetros, como velocidade de emergência das plântulas, tempo médio de germinação, características do caule e folhas, altura da planta e índices de clorofila, além das massas fresca e seca das plantas. Embora tenha ocorrido diferença significativa entre os tratamentos no teste de tetrazólio e as avaliações morfológicas, não foi observada diferença significativa entre os teores de clorofila A e B. Os resultados indicaram que o envelhecimento das sementes melhora a emergência das plantas, mas prejudica o crescimento das plântulas, podendo afetar negativamente a formação morfológica das plantas adultas.

Palavras-chave: Catingueira. Escarificação. Germinação. Reflorestamento.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga, domínio fitogeográfico brasileiro único, é reconhecida por sua biodiversidade adaptada ao semiárido, com longos períodos de seca. Entre as espécies emblemáticas desse domínio está a catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis) (Sousa *et al.*, 2017), uma árvore de porte médio que desempenha um papel crucial na ecologia e na sustentabilidade das áreas semiáridas (Paula, 2018).

As atividades extrativistas na região da Caatinga têm ameaçado a sobrevivência dessa espécie, podendo comprometer a disponibilidade de sementes e a regeneração natural da espécie ao longo do tempo. O envelhecimento das sementes é um dos fatores críticos que podem afetar sua viabilidade de germinação e, conseqüentemente, a capacidade de regeneração e perpetuação da espécie (Roveri; Paula, 2017).

As sementes da catingueira possuem fundamental importância na regeneração natural das áreas degradadas e na manutenção da biodiversidade local (Lima, 2021). No entanto, a viabilidade de germinação dessas sementes na Caatinga pode ser afetada por uma série de fatores ambientais e fisiológicos, incluindo a disponibilidade de água, temperatura e condições do solo (Santos, 2022).

Compreender a viabilidade de germinação do embrião das sementes da planta é essencial para o manejo e a conservação dessa espécie e dos ecossistemas onde ela ocorre. Diante desse contexto, o estudo foi realizado com o objetivo avaliar a influência do envelhecimento das sementes de catingueira na germinação, emergência e nas características morfológicas e fisiológicas das plântulas ao longo de dois ciclos de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram implantados e conduzidos em viveiro, localizado na Universidade Federal do Vale do São Francisco, no Campus Juazeiro, Bahia, com altitude de 380 metros e a 09°23'22" S e 40°47" O. Os experimentos foram conduzidos utilizando delineamento experimental completamente casualizado (DIC) em dois ciclos de emergência e crescimento inicial de plântulas, de março a maio de 2019 para o ciclo 1 e de maio a julho de 2019 para o ciclo 2. Cada ciclo foi composto por quatro repetições, resultando em um total de 120 amostras por repetição.

As sementes de catingueira foram coletadas em junho de 2018 em Salgueiro, Pernambuco. O substrato utilizado foi uma mistura de solo tipo Latossolo, areia e húmus de minhoca, na proporção de 2:1:1, sendo acondicionado em sacos pretos para mudas suspensas a 1,0 m do solo dentro de um viveiro. Antes da semeadura, as sementes foram escarificadas manualmente para promover a germinação, sendo plantada uma semente por saco.

Todos os dados obtidos nos experimentos foram ajustados e analisados com aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

2.1 Teste de tetrazólio – Viabilidade de embriões

A metodologia usada no teste de tetrazólio foi baseada no comunicado técnico 130 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa- Semiárido). Assim foram utilizadas quatro repetições com quatro sementes em cada repetição com auxílio do alicate para romper o tegumento das sementes resistentes da catingueira (com cuidado necessário para não danificar o embrião) com solução de 1000 mL, na concentração de 0,25%, colocadas as sementes em estufa a 50°C durante 90 minutos.

2.2 Determinação das variáveis morfológicas

Foram realizadas as determinações do diâmetro do caule (mm), número de folhas, número de ramos, altura da planta (cm): Foram coletados dados de doze plântulas, três de cada uma das quatro repetições. O diâmetro do caule foi medido com auxílio do paquímetro e a altura da planta com régua.

2.3 Estudo do processo de emergência das plântulas

a. Índice velocidade de emergência (IVE)

Foram realizadas contagens diárias das plântulas normais durante 60 dias e o índice, calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962). Os cálculos de porcentagem de

germinação, tempo médio, velocidade e frequência relativa de germinação foram realizados de acordo com Labouriau e Valadares (1976).

b. Tempo Médio de emergência (t)

$$t = \frac{\left(\sum_{i=1}^k ni \cdot ti \right)}{\sum_{i=1}^k ni}$$

Em que: t = tempo médio de incubação; ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação (dias).

c. Porcentagem de emergência (G)

$$G = \left(\frac{N}{A} \right) \cdot 100$$

Em que: G = porcentagem de germinação; N = número de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar (120).

d. Velocidade média de emergência (VMG)

$$VMG = 1/t$$

Em que: VMG = velocidade média de germinação; t = tempo médio de germinação.

e. Frequência relativa de emergência (Fr)

$$Fr = \frac{ni}{\sum_{i=1}^k ni}$$

Em que: Fr = frequência relativa de germinação; ni = número de sementes germinadas por dia; ni = número total de sementes germinadas.

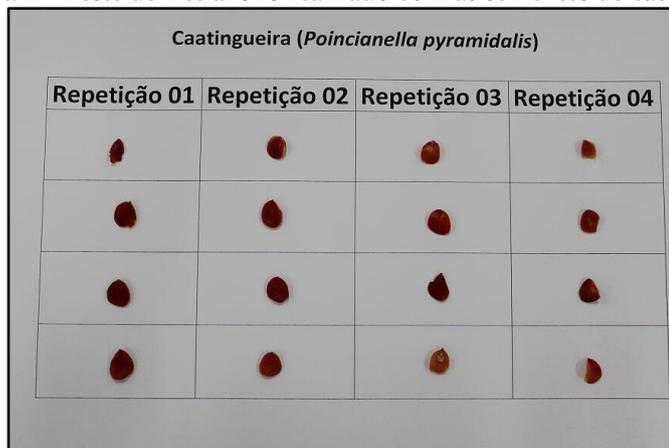
2.4 Índice de Clorofila:

Foram selecionadas folhas com características uniformes quanto à cor, tamanho, livre da incidência de doenças. O índice de clorofila foi determinado através do dispositivo portátil ClorofiLOG, modelo CFL 1030, da empresa Falker, que realiza medida instantânea e não destrutiva da folha, dado um valor de absorvância do comprimento de onda na região do vermelho (pico em 650 nm), região de alta absorvância pelas moléculas de clorofila. Foram quantificados os valores relativos ao índice de clorofila A e clorofila B total.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o teste de tetrazólio e a análise visual, quanto ao desenvolvimento da cor vermelha, constatou-se que as sementes de catingueira apresentaram como resultado, aproximadamente 100% de viabilidade (Figura 1). Isso significa que as sementes após oito meses de armazenamento apresentaram elevado índice de capacidade para germinar.

Figura 1 - Teste de Tetrazólio realizado com as sementes de catingueira

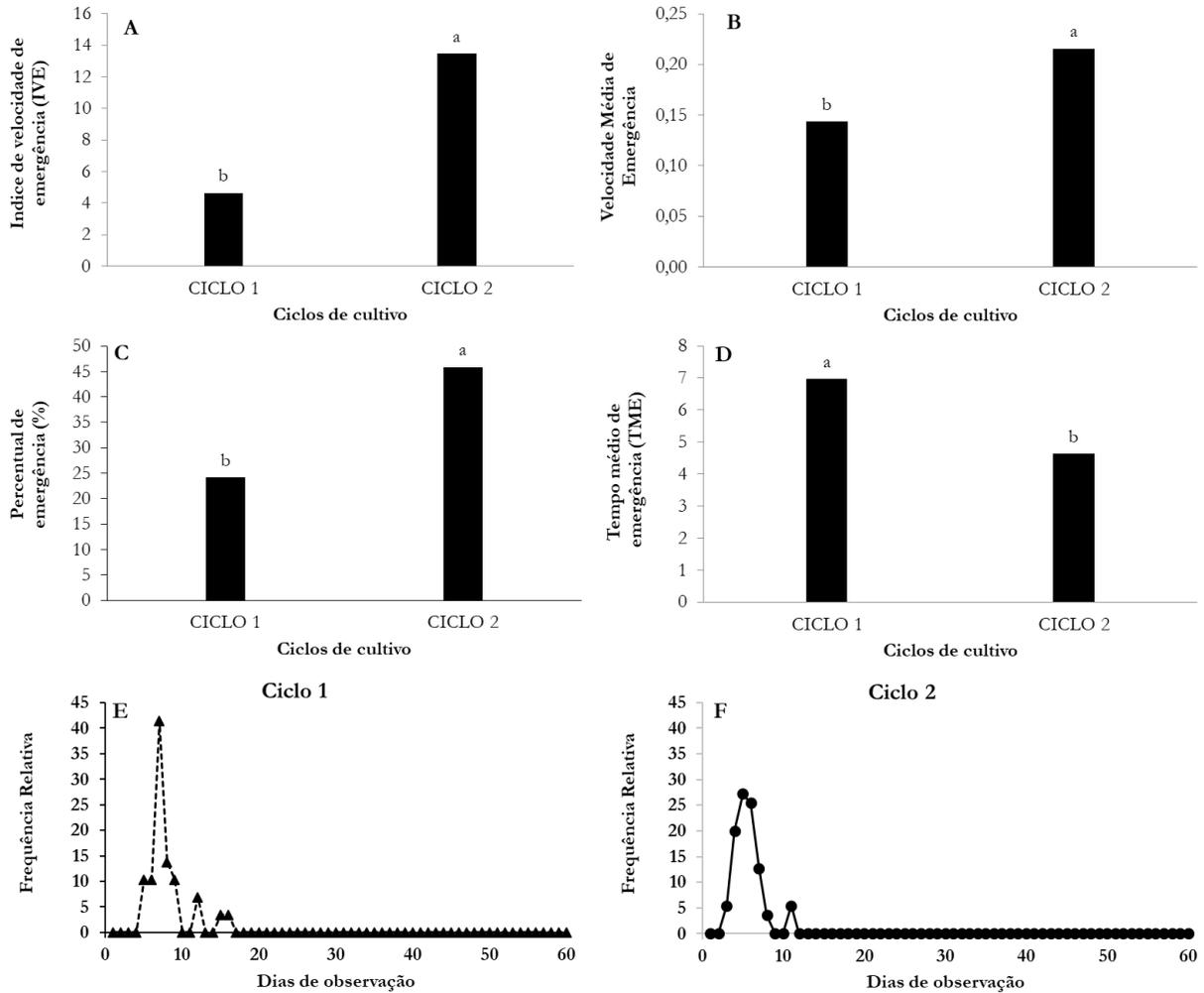


Fonte: Santana, 2019.

Os experimentos evidenciaram diferenças estatisticamente significativas nas velocidades médias de emergência (Figura 2B) entre os dois ciclos de crescimento de plântulas. O ciclo 2 (Figura 2) apresentou um desempenho superior, caracterizado por uma redução significativa no tempo de emergência das plântulas em comparação com o ciclo 1. Este resultado sugere que o período de armazenamento das sementes teve um impacto positivo no processo de germinação.

Observou-se uma diferença estatisticamente significativa no percentual de germinação (Figura 2C) entre os ciclos, sendo que o ciclo 2 alcançou uma taxa mais elevada. Embora a frequência de emergência tenha sido similar nos dois ciclos, o ciclo 2 iniciou a emergência das plântulas três dias antes, indicando que o envelhecimento das sementes teve um efeito positivo na velocidade de emergência. Esses resultados apontam para a relevância do ciclo de armazenamento das sementes na melhoria da eficiência do processo de germinação e produção de mudas, com potenciais aplicações em projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

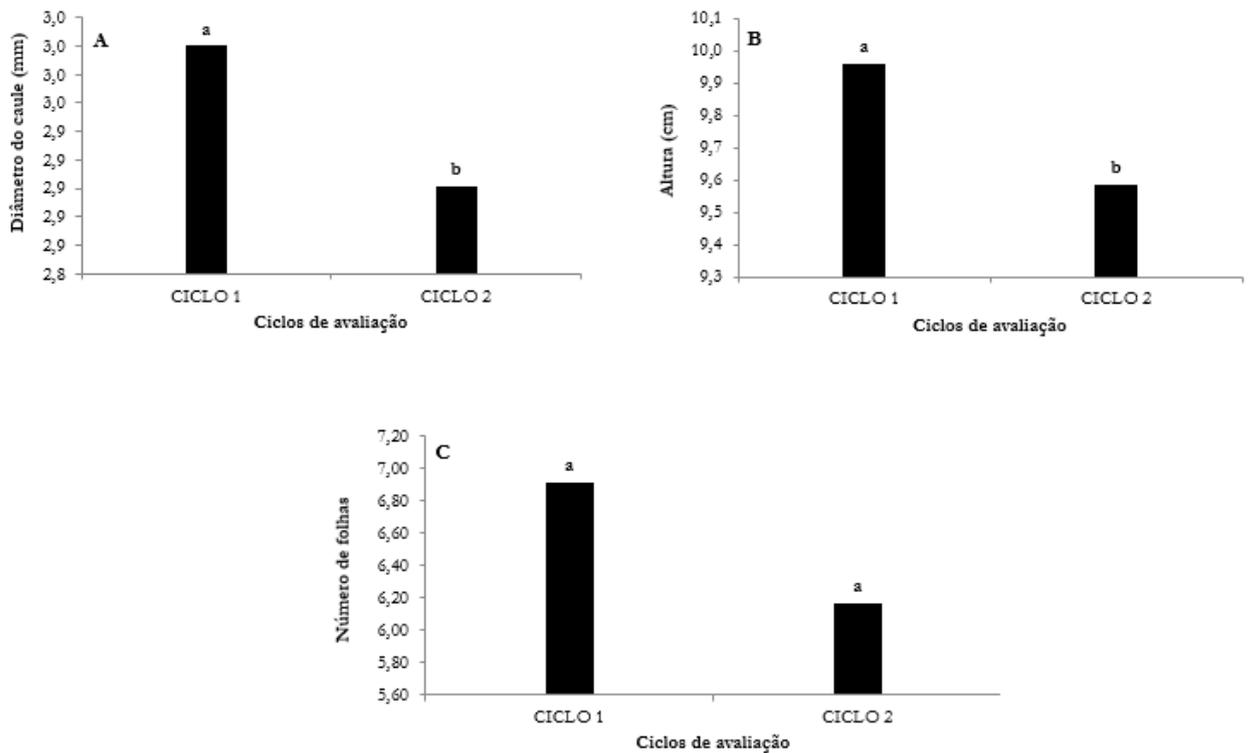
Figura 2 - Parâmetros referentes ao processo de emergência das plântulas de *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis: Índice de velocidade de emergência (A), Velocidade média de emergência (B), Porcentagem de germinação (C), Tempo médio de emergência (D) e Frequência Relativa de Emergência do Ciclo 1 (E) e do ciclo 2 (F). Foram analisados dois ciclos de cultivo: Ciclo 1 - de 8 de março a 8 de maio de 2019 e Ciclo 2 - dia 18 de maio a 18 de julho de 2019.



Fonte: Santana, 2019.

Quanto aos resultados quanto às avaliações morfológicas (Figura 3). Verificou-se a ocorrência de diferenças significativas entre os nos resultados para diâmetro do caule (Figura 3A) e altura (Figura 3B) das plântulas quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

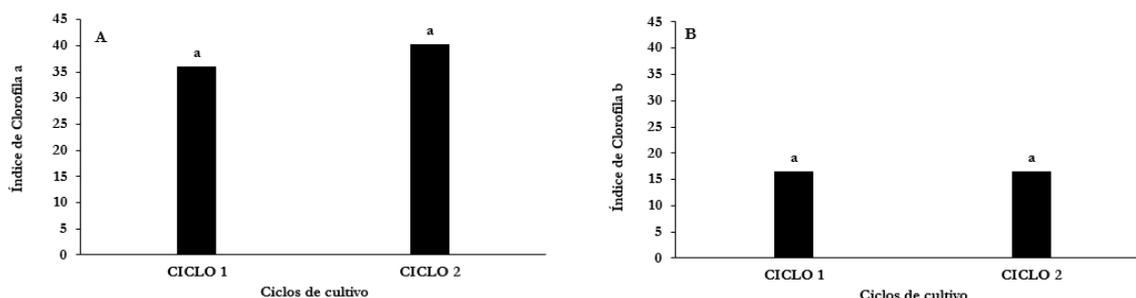
Figura 3 - Análise morfológica para a espécie catingueira, referente a diâmetro do caule (A), altura das plantas (B) e número de folhas (C). Foram analisados dois ciclos de cultivo: Ciclo 1 - de 8 de março a 8 de maio de 2019 e Ciclo 2 - dia 18 de maio a 18 de julho de 2019.



Fonte: Santana, 2019.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas no número de folhas (Figura 3C) entre os dois ciclos de crescimento, sugerindo que o envelhecimento das sementes após o período de armazenamento não afetou a produção quantitativa de folhas pelas plântulas. Da mesma forma, não houve diferença estatística na quantificação dos índices de clorofila A e B nas folhas entre os ciclos (Figura 4), indicando que o envelhecimento das sementes ao longo de 8 meses não influenciou a capacidade de síntese desses pigmentos pelos tecidos foliares.

Figura 4 - Análise do índice de clorofila para a espécie catingueira: Clorofila a (A) e clorofila b (B). Foram analisados dois ciclos de cultivo: Ciclo 1 - de 8 de março a 8 de maio de 2019 e Ciclo 2 - dia 18 de maio a 18 de julho de 2019



Fonte: Santana, 2019.

4 CONCLUSÃO

Considerando a influência do envelhecimento das sementes de catingueira, o ciclo 1 proporcionou melhores respostas para as variáveis morfológicas em relação ao ciclo 2. Com base nos resultados obtidos, é factível inferir que o processo de envelhecimento de sementes, embora favoreça uma maior taxa de germinação das plantas, exerce uma influência adversa sobre o desenvolvimento das plântulas, potencialmente impactando a morfogênese das plantas adultas.

Agradecimentos

Os autores expressam sinceros agradecimentos à Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), pela disponibilização dos laboratórios e áreas. Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- LIMA, M. A. da C. *et al.* Técnica "bocaj" na restauração de área degradada em floresta tropical seca. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 55, p. 123-136, 2021.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: Sistema de Análise de Variância. Versão 5.6. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2011.
- LABOURIAU, L. F. G.; VALADARES, S. M. **On the use of laboratory germination tests for seed quality evaluation**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1976.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- PAULA, Y. L. **Caracterização anatômica da madeira de três espécies do Semiárido**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018.

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde et al.

ROVERI, A.; PAULA, R. C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 318-327, 2017.

SANTOS, M. E. M. Seleção de árvores matrizes de *Combretum leprosum* Mart. com base na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 45, n. 1, p. 55-67, 2022.

SOUSA, D. M. M. et al. Viabilidade e vigor de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz pelo teste de tetrazólio. **Revista Ciência Agronômica**, 48, 381-388, 2017.

CAPÍTULO 27

EFEITO SINÉRGICO DO TRATAMENTO DE SEMENTE NA CULTURA DE SOJA

Jhansley Ferreira da Mata   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

Raquel de Souza   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

Ana Maguida Lemes de Paula   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

Vagner de Oliveira Machado   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

Daniela Valentina Montero Camacho   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

Cristina Veloso de Castro   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

Ana Carolina Durigon Boldrin   

Universidade de São Paulo - Campus Piracicaba, Brasil

Gabriel Longuinhos Queiroz   

Instituto Federal de São Paulo - Campus Barretos, Brasil

Gabriel Gomes Mendes   

Universidade Estadual Paulista - Campus Jaboticabal, Brasil

Heytor Lemos Martins   

Universidade Estadual Paulista - Campus Jaboticabal, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.708 

Resumo: A inserção com eficiência e redução de perda da cultura da soja vem sendo estudada no Brasil. Em função dessa expansão, este estudo visou avaliar o desenvolvimento da cultura da soja por meio da aplicação antecipada de coquetéis de produtos. O experimento foi realizado na UEMG Frutal, onde no laboratório de sementes foram realizados os tratamentos químicos e inoculação das sementes de soja. Teve os seguintes tratamentos: C1: Fipronil[®](Fipronil CCAB), Sombrero[®](Imidaclopride), Protreat[®](Carbendazim+Tiram), Polímero Vermelho LabFix G5[®], Pó secante LabSec SuperFluid Graf[®] e inoculante de *Bradyrhizobium japonicum*(Kit Rizokop[®] - Gel+Inoculante líquido+Turfa); C2: os mesmos produtos C1 acrescido de Genizys[®] (Molibdênio, Níquel e Aminoácidos) e *Bradyrhizobium japonicum* em diferentes épocas de inoculação da semente de soja, considerando cinco datas de aplicação antecipada (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias antes da semeadura). As variáveis analisadas foram: números de nódulos; peso dos nódulos; altura das plantas; número de folhas; diâmetro do caule; comprimento de raiz; massa seca da raiz; massa seca da parte aérea; massa seca total; volume de raiz e nódulo viável. Os resultados não foram significativos no uso de C1 e C2 durante a inoculação das sementes, no entanto, a aplicação de C2 aos 28 dias propiciou bons resultados de desenvolvimento da planta, sendo melhor fazer o tratamento da semente no dia do plantio. Conclui-se que a aplicação do inoculante em datas antecipadas não influenciou nas variáveis analisadas, quando armazenadas a 22 °C. Em relação aos coquetéis afetou a parte aérea e números de rizóbios, tendo maiores valores no tratamento C2, quando realizado até 21 dias antes.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium japonicum*. *Glycine max*. Tratamento de semente.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) (leguminosa) é uma das principais fontes de óleos e proteínas vegetais utilizadas como matéria-prima para o desenvolvimento de diversos produtos (alimentos, medicamentos, forragens (pecuária e animais aquáticos) e produtos químicos, por exemplo) a base de aminoácidos essenciais, vitaminas, flavonoides e polissacarídeos (Sartori *et al.*, 2023). A semente de soja quando inoculadas, por meio do acoplamento de bactérias fixadoras de nitrogênio às sementes (processo chamado fixação biológica de nitrogênio), são capazes de fornecer ao solo até 100 kg ha⁻¹ de N, reduzindo a dependência por fertilização nitrogenada e suprimindo a necessidade da soja em absorver 80 kg de N por Mg de produção de sementes (Guo *et al.*, 2022; Serafin-Andrzejewska *et al.*, 2024).

A fixação biológica de nitrogênio é o segundo processo mais importante realizado nos nódulos da raiz da planta de soja, depois da fotossíntese, onde as bactérias, como as do gênero *Bradyrhizobium* spp., fixam o nitrogênio atmosférico (N₂) capturado da atmosfera em compostos orgânicos usados no processo de desenvolvimento da cultura de soja (Hungria *et al.*, 2013; Ohyama *et al.*, 2023; Sartori *et al.*, 2023).

A cultura da soja tem uma propensão simbiótica com diferentes estirpes, como *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkanii* e *Bradyrhizobium diazoefficiens*, que podem favorecer o processo de fixação biológica de nitrogênio, associado à inoculantes microbianos, como estratégia global de captura do N junto a leguminosa (Bender *et al.*, 2022). Por outro lado, a

nodulação e a fixação de N₂ na soja podem ser alteradas por vários fatores (disponibilidade de água, regime de fertilização, aplicação de herbicidas e pesticidas, entre outros), considerando-se que a ausência dessas estirpes pode inviabilizar as práticas agrícolas (Hossain *et al.*, 2023).

O uso de sementes de soja combinadas com inoculantes microbianos tem sido considerado uma ótima alternativa para aumentar a nodulação das raízes, a presença de microrganismos no solo em regiões frias e reduzir o custo de produção e o impacto ambiental, embora os déficits de chuva possam limitar esse processo (Jarecki, 2023). Para efetivar este processo de inoculação, recomenda-se pelo menos uma dose (1,2 milhão de células viáveis) de *Bradyrhizobium* spp. por semente de soja e que o volume de inoculante líquido aplicado seja superior a 100 mL, sem diluição em água, por 50 kg de semente, garantindo assim a distribuição homogênea das sementes (Hungria; Nogueira, 2020).

Mesmo diante de processos com perspectivas promissoras, sabe-se que há necessidade de mais manejo de produtos biológicos no mercado, a fim de atender às demandas das culturas cultivadas no setor agrícola, bem como mais pesquisas que avaliem a eficiência da atividade das bactérias *Bradyrhizobium japonicum* aplicadas antecipadamente, agilizando o trabalho do agricultor no momento do plantio sem perder a eficácia da fixação de N pelas bactérias na cultura da soja.

Nesse cenário, o principal objetivo deste estudo foi avaliar, em condições de laboratório, o efeito sinérgico do *Bradyrhizobium japonicum* e de dois coquetéis de produtos no tratamento de sementes em função do desenvolvimento da cultura da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no ano 2014, em duas etapas (UEMG Frutal): 1) inoculação de sementes e 2) semeadura da soja RR (CZ 37B43 IPRO) no Latossolo vermelho distrófico típico sobre vasos de 8 litros (Santos *et al.*, 2018).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), em um fatorial 6x2, totalizando doze tratamentos, sendo cinco datas de aplicação antecipada e uma no momento do plantio do coquetel de produtos mais inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* (Kit Rizokop[®] - Gel+Inoculante líquido+Turfa) no tratamento de sementes da soja (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias antes da semeadura), dois tipos de coquetéis de produtos aplicados antecipadamente: C1: Fipronil[®] - Fipronil CCAB; Sombrero[®] - Imidaclopride; Protreat[®] - Carbendazin+Tiram; Polímero Vermelho LabFix G5[®]; Pó secante LabSec SuperFluid Graf[®] e inoculante de *Bradyrhizobium japonicum* (Kit Rizokop[®] - Gel+Inoculante líquido+Turfa); e C2: Fipronil[®] - Fipronil CCAB; Sombrero[®] - Imidaclopride; Protreat[®] - Carbendazin+Tiram; Genizys[®] - Molibdênio, Níquel e Aminoácidos; Polímero Vermelho LabFix G5[®]; Pó secante LabSec SuperFluid Graf[®] e inoculante de

Bradyrhizobium japonicum (Kit Rizokop[®] - Gel+Inoculante líquido+Turfa). Os tratamentos foram: I) coquetel C1 + Adubação química (PK) e II) coquetel C2 + Adubação química (PK). As sementes que foram tratadas com coquetel de produtos e inoculadas, receberam as doses de acordo com recomendações para a cultura da soja: Fipronil[®] - 2 mL kg⁻¹ de semente; Sombbrero[®] - 1 mL kg⁻¹ de semente; Protreat[®] - 2 mL kg⁻¹ de semente; Genizys[®] - 1 mL kg⁻¹ de semente; Inoculante: Kit Rizokop[®] - 6 mL kg⁻¹ de semente; Polímero Vermelho LabFix G5[®] - 2 mL kg⁻¹ de semente e Pó secante LabSec SuperFluid Graf[®] - 3 g kg⁻¹ de semente.

Não foi necessário nenhum controle fitossanitário durante o ciclo da cultura, pois não houve nenhuma incidência no cultivo. Para adubação química foi aplicado NPK no plantio de 0,3 g de ureia, 0,7 g de Fósforo (0-32-0) e 0,3 g de Potássio (0-0-60), e após 30 dias de emergência foi adicionado cobertura com 0,3 g de ureia. Aos 60 dias após o plantio, quando as plantas se encontravam no estágio fenológico V10, foram avaliados: números de nódulos; peso dos nódulos; altura das plantas; diâmetro do caule; comprimento de raiz; massa seca da raiz; massa seca da parte aérea; massa seca total e volume de raiz.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao comparar as sementes inoculadas com as datas de aplicação dos coquetéis, não foi possível verificar diferenças significativas para as variáveis comprimento de raiz (CR), diâmetro de caule (DC), altura da planta (AP) e volume da raiz (VR), assim como mostra a Tabela 1.

Pode-se observar que a variável CR permite que haja maior sustentação para a planta e apresenta atividade eficiente na absorção de nutrientes e fornecimento de água para a planta (Dias *et al.*, 2022). Diante disso, os valores de CR apresentaram maior valor de C2 comparado a C1, na data 21, com valor superior em 25,95%. Isso pode ser explicado pela adição de aminoácidos contido no produto Genizys[®], uma vez que a aplicação permitiu o aumento do desenvolvimento inicial da raiz no C2, potencializando a capacidade de absorção de água e nutrientes por depender do sistema radicular (Atta *et al.*, 2013).

Tabela 1 - Médias de comprimento de raiz (CR), diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP) em relação à aplicação de diferentes coquetéis (C1 e C2) e datas antecipadas de inoculação na cultura da soja.

Data	CR ¹ (cm)		DC ¹ (mm)		AP ¹ (cm)		VR ¹ (mm ³)	
coquetel.....							
							
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
0	71,02aA	68,90aA	5,33aA	5,77aA	40,87aA	42,84aA	7,13aA	8,13aA
7	77,50aA	68,90aA	5,59aA	5,77aA	44,32aA	42,84aA	9,35aA	8,13aA
14	63,28aA	77,42aA	5,33aA	5,29aA	40,36aA	43,26aA	8,13aA	8,33aA
21	57,98aA	78,30aA	5,38aA	5,64aA	39,78aA	45,10aA	6,50aA	6,91aA
28	73,72aA	74,36aA	5,87aA	5,87aA	45,36aA	42,56aA	9,35aA	7,72aA
35	59,64aA	69,96aA	5,01aA	5,82aA	39,44aA	36,54aA	6,30aA	6,91aA
CV%	22,93		13,65		17,29		37,33	
Fontes de variação	Fc							
Data	0,44 ^{ns}		0,68 ^{ns}		0,86 ^{ns}		1,01 ^{ns}	
Tratamento	1,94 ^{ns}		1,94 ^{ns}		0,07 ^{ns}		0,03 ^{ns}	
Data X Trat.	1,16 ^{ns}		0,43 ^{ns}		0,55 ^{ns}		0,31 ^{ns}	

¹Médias comparadas com letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ns – não significativo.

Fonte: Autores, 2024.

O DC apresentou média em C1 igual a 5,42 mm e para C2 igual a 5,69 mm, com diferenças percentuais de 7,69% e 3,07%, respectivamente. Ainda sobre esta variável, houve semelhança entre os valores para C1 e C2 no dia 28, com valor de 5,87 mm. Tais valores podem ser explicados pelos compostos principais do Genizys[®], onde se associa molibdênio e níquel, o que permite que ocorra o aumento do diâmetro do caule, que evidencia o aumento da produtividade e proteína de muitas culturas (Carlim *et al.*, 2019).

Sobre a variável AP, foram encontrados valores médios de 41,69 cm e 42,19 cm para C1 e C2, respectivamente. Destaca-se o dia 28 de inoculação onde C1 obteve altura de 45,36 cm, o dia 21, onde C2 apresentou 45,10 cm. Segundo Guimarães (2006), a altura da planta pode ser manipulada por fatores abióticos em conexão a época de semeadura, portanto ambos os tratamentos foram submetidos aos mesmos fatores abióticos e bióticos, justificando os resultados médios próximos entre os dois coquetéis.

Quanto ao VR, destaca-se C1 nos dias 7 e 28, onde apresentaram valores igual a 9,35 mm³, enquanto o maior valor encontrado em C2 foi de 8,33 mm³ para o dia 14 e em seguida 8,13 mm³ para os dias 0 e 7. Assim, o inoculante permitiu o aumento do volume de raiz, favorecendo a absorção de nutrientes.

Na Tabela 2 pode-se observar que a variável massa verde da parte aérea (MVPA) não obteve diferenças significativas em relação à interação entre datas e tratamentos. Portanto, ao verificar a MVPA na data 7, o tratamento C1 apresentou maior valor no desenvolvimento, com 7,06 g, enquanto C2, com valores de 7,06 g e 5,60 g, mostrando diferença de 20,68%. Segundo Silva-Abud *et al.* (2021), plantas que apresentam maior quantidade de MVPA possuem maior capacidade

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

fotosintética, produzindo mais energia e benefícios em produtividade e resistência às condições adversas de campo.

A variável massa verde da raiz (MVR) mostrou diferença significativa na data 28 com percentual de 44,05%, variando de 6,72 em C1 para 3,76 g em C2 (Tabela 2). Além disso, na data 7 o C1 se destacou sobre C2, com valores de 7,10 g para 5,11 g, respectivamente. Já quanto a massa verde total (MVT), verificou-se que houve diferenças significativas na data 7 com percentual de 26,35%, onde C1 apresentou 20,15 g e C2 apresentou 14,84 g, e na data 28, com 27,50% e valores de 18,87 g para C1 e 13,68 g para C2. Observa-se então que a presença de molibdênio e níquel presente no produto Genizys® reduziu MVPA, MVR e MVT, destacando a data 7.

Tabela 2 - Médias de massa verde da parte aérea (MVPA), massa verde da raiz (MVR) e massa verde total (MVT) com relação a aplicação de diferentes coquetéis (C1 e C2) e datas antecipadas de inoculação na cultura da soja.

Data	MVPA ¹ (g)		MVR ¹ (g)		MVT ¹ (g)	
 coquetel					
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
0	5,21aA	5,60aA	6,30aA	5,11aA	16,05aA	14,84aA
7	7,06aA	5,60aA	7,10aA	5,11aA	20,15aA	14,84bA
14	5,85aA	6,88aA	4,98aA	6,03aA	15,11aA	18,77aA
21	5,19aA	6,36aA	4,93aA	5,05aA	14,51aA	17,47aA
28	6,46aA	5,81aA	6,72aA	3,76bA	18,87aA	13,68bA
35	5,58aA	6,07aA	6,24aA	5,45aA	17,15aA	16,37aA
CV%	28,15		33,32		23,25	
Fontes de variação	Fc					
Data	0,49 ^{ns}		0,49 ^{ns}		0,36 ^{ns}	
Tratamento	0,14 ^{ns}		4,02 ^{ns}		0,97 ^{ns}	
Data X Trat.	0,93 ^{ns}		1,5*		2,51*	

¹Médias comparadas com letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} – não significativo.

Fonte: Autores, 2024.

Na Tabela 3, as variáveis da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), não apresentaram diferenças significativas. Quanto à MSR, destaca-se o tratamento C1 (2,44 g) com valores de eficiência maiores em 18,03% na data 28 quando comparado a C2 (2,00 g). Com relação a MST, os valores de C1 variaram de 4,75 g a 6,23 g, com melhores resultados quando comparado ao C2, que variou de 5,10 g a 5,89 g. Ainda assim, a data 28 em MST houve valor máximo em C1 com aumento de 23,76%, 13,41% em C2 e aumento comparativo de 15,73% na data 28. Deste modo, podemos citar que o CTC e o MO do solo ao se apresentarem baixos, podem causar efeitos controversos sobre a planta quanto ao micronutriente essencial, tornando-o tóxico para a planta e influenciando negativamente sobre o uso de níquel. Além disso, o manejo de Ni quando realizado em excesso pode causar inibição do desenvolvimento da planta, prejudicando

o processo fotossintético, a nutrição mineral e atividade enzimática, proporcionando a redução da massa seca da planta.

Tabela 3 - Médias de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) com relação a aplicação de diferentes coquetéis (C1 e C2) e datas antecipadas de inoculação na cultura da soja.

Data	MSPA ¹ (g)		MSR ¹ (g)		MST ¹ (g)	
coquetel.....					
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
0	1,58	1,57	1,91	2,15	5,18	5,10
7	1,89	1,57	2,11	2,15	5,93	5,10
14	1,81	1,96	2,03	1,60	5,46	5,26
21	1,47	1,97	1,81	2,26	4,75	5,34
28	1,85	1,78	2,44	2,00	6,23	5,25
35	1,59	1,83	1,87	2,33	5,20	5,89
CV%	34,36		34,28		29,23	
Fontes de variação			Fc			
Data	0,32 ^{ns}		0,37 ^{ns}		0,28 ^{ns}	
Tratamento	0,27 ^{ns}		0,08 ^{ns}		0,11 ^{ns}	
Data X Trat.	0,55 ^{ns}		0,84 ^{ns}		0,48 ^{ns}	

¹Médias comparadas com letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} – não significativo.

Fonte: Autores, 2024.

O uso da inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* promove o aumento da massa seca na soja, aumentando a taxa fotossintética e melhorando os processos fisiológicos como um todo e aumentando a produtividade (Taiz *et al.*, 2017). No entanto, na massa seca da planta não foi verificada diferença significativa.

Na Tabela 4, é possível verificar que o número de nódulos do rizóbio (NRIZ), não houve diferença significativa dentre data, tratamento e data X tratamento. Portanto, destaca-se que a data 21 em C2 apresentou maior valor, com 94 unidades, enquanto em C1 apresentou o menor valor, com 57,40 unidades. Para a data 14, o C1 apresentou melhor valor que C2, com 89,9 unidades e 73 unidades, respectivamente.

Deste modo, pode-se afirmar que a inoculação antecipada com o produto Genizys[®] permite bons resultados quando realizado com 21 dias antecedentes ao plantio. Segundo os resultados obtidos, as datas mais próximas ao plantio, como 14 e 7, não é recomendado a inoculação do produto com o C2, e sim com C1, onde mostra rendimento superior a 27,29%. Segundo Silva *et al.* (2011), a resposta da inoculação realizada depende da quantidade numérica de rizóbios presentes no solo.

Quanto à massa dos nódulos de *Rhizobium japonicum* (MRIZ) houve diferença significativa quanto à data X tratamento. Quando analisado os valores numéricos, podemos evidenciar que a data 14 em C1 apresentou desenvolvimento de 1,84 g, enquanto o C2 apresentou 1,38 g, sendo

ambos os maiores resultados encontrados quanto a variável analisada, sendo C1 com percentual de rendimento 27,17% maior que C2. Sobre os valores de massa seca dos nódulos de *Rhizobium* (MSRIZ) não foram encontradas diferenças significativas dentre data, tratamento e data X tratamento. Portanto, podemos verificar melhor desenvolvimento do C2, com variações de 1,10 g a 1,31 g, destacando o maior valor na data 21. Enquanto C2 mostrou menor valor na data 21 e variação de 1,09 g a 1,25 g.

Tabela 4 - Médias de número de nódulos do *rhizobium* (NRIZ), massa dos nódulos de *rhizobium* (MRIZ) e massa seca dos nódulos de *rhizobium* (MSRIZ) com relação a aplicação de diferentes coquetéis (C1 e C2) e datas antecipadas de inoculação na cultura da soja.

Data	NRIZ ¹ (un)		MRIZ ¹ (g)		MSRIZ ¹ (g)	
 coquetel					
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
0	64,80	63,40	1,25Aab	0,86aB	1,20	1,10
7	87,20	63,40	1,47Aa	0,86bB	1,20	1,10
14	89,80	73,00	1,84aA	1,38aAB	1,16	1,22
21	57,40	94,00	0,84bB	1,56aA	1,09	1,31
28	85,60	54,80	1,37aAB	1,04aAB	1,25	1,17
35	62,80	84,20	1,04aAB	1,16aAB	1,12	1,13
CV%	44,25		27,28		12,42	
Fontes de variação			Fc			
Data	0,32 ^{ns}		1,62 ^{ns}		0,57 ^{ns}	
Tratamento	0,09 ^{ns}		1,44 ^{ns}		0,01 ^{ns}	
Data X Trat.	1,69 ^{ns}		5,23 ^{**}		1,88 ^{ns}	

¹ Médias comparadas com letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} – não significativo.

Fonte: Autores, 2024.

Estes fatores analisados (NRIZ, MRIZ e MSRIZ), mostram que as plantas de soja quando inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* aumentam a quantidade de nódulos, e conseqüentemente, afeta a massa de nódulos.

4 CONCLUSÃO

A aplicação do inoculante em datas antecipadas não influenciou nas variáveis analisadas, quando armazenadas a 22°C. Em relação aos coquetéis afetou a parte aérea e números de rizóbios, tendo maiores valores no tratamento C2, quando realizado até 21 dias antes.

Agradecimentos e financiamento

Pesquisador Produtividade da UEMG – PQ/UEMG.

REFERÊNCIAS

ATTA, B. M. *et al.* Relationship between root morphology and grain yield of wheat in north-western NSW, Australia. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, n. 13, p. 2108-2115, 2013.

BENDER, F.R. *et al.* Microbiome of Nodules and Roots of Soybean and Common Bean: Searching for Differences Associated with Contrasting Performances in Symbiotic Nitrogen Fixation. **Int J Mol Sci**. v. 23, n. 19, p. 12035, 2022.

CARLIM, E. L. *et al.* Fertilization with nickel and molybdenum in soybean: effect on agronomic characteristics and grain quality. **Terra Latinoamericana**, v. 37, n. 3, p. 217-222, 2019.

DIAS, B. P. *et al.* Avaliação do uso do inoculante *Bradyrhizobium Japonicum* na cultura da soja (Glycine Max) em Colméia-TO. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. e538111537342-e538111537342, 2022.

GUIMARÃES, F. S. **Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de lavras-MG**. 2006. 44 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

GUO, B. *et al.* Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. **Theor Appl Genet**, v. 135, n. 11, p.4095-4121, 2022.

HOSSAIN, M. S. *et al.* Microbiome analysis revealed distinct microbial communities occupying different sized nodules in field-grown peanuts. **Front Microbiol**, n. 14, e.1075575, 2023.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Fixação biológica de nitrogênio. Tecnologias de produção de soja. **Embrapa Soja**, p.185-196. 2020.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013.

JARECKI, W. Soybean Response to Seed Inoculation or Coating with *Bradyrhizobium japonicum* and Foliar Fertilization with Molybdenum. **Plants (Basel)**, v. 12, n. 13, e. 2431, 2023.

OHYAMA, T. *et al.* Nitrogen Metabolism in Non-Nodulated and Nodulated Soybean Plants Related to Ureide Synthesis. **Nitrogen**, n. 4, p. 209-222, 2023.

SANTO, H. D. *et al.* 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, **Embrapa**, 2018.

SARTONI, F. F. *et al.* Potentially harmful effects of seed treatment and pre-inoculation on soybean biological nitrogen fixation and yield, **European Journal of Agronomy**, v. 142, e. 126660, 2023.

SERAFIN-ANDRZEJEWSKA, M. *et al.* Influence of nitrogen fertilization, seed inoculation and the synergistic effect of these treatments on soybean yields under conditions in south-western Poland. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 6672, 2024.

SILVA-ABUD, L. L.; FERRARI, G. S.; LIMA, V. M. M.; STIVAL, M. M. Coinoculação de *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum* no desenvolvimento da soja. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 7, p. 25–32, 2021.

SILVA, A. F. 2011. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, 27, 3, 404-412.

TAIZ, L. *et al.* Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre: **Artmed Editora**, 2017.

CAPÍTULO 28

USO DE PALHADA EM COBERTURA NA CULTURA DO FEIJÃO E NA REDUÇÃO DO CAPIM-MARANDU

Cristina Veloso de Castro   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

Heytor Lemos Martins   

Universidade Estadual Paulista - Campus Jaboticabal, Brasil

Jhansley Ferreira da Mata   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

Daniela Valentina Montero Camacho   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

Gabriel Longuinhos Queiroz   

Instituto Federal de São Paulo - Campus Barretos, Brasil

Gabriel Gomes Mendes   

Universidade Estadual Paulista - Campus Jaboticabal, Brasil

Vanesca Korasaki   

Universidade Estadual de Minas Gerais - Unidade Frutal, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.709 

Resumo: O feijão é uma cultura que sofre interferência de plantas daninhas, com isso busca-se características como a precocidade e diferentes manejos do solo para controlá-las. Com o trabalho, teve-se como objetivo estudar o efeito de palhas no controle de capim-marandu em convivência com feijão. O delineamento utilizado foi DIC 4x5, com cinco repetições, sendo quatro manejo de solo (sem cobertura, palha de cana, sorgo e *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster) e quatro densidades da *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) (0, 1, 2, 4 e 8 plantas). Em cada vaso foram semeadas cinco sementes de feijão no centro do vaso e foram distribuídas as palhas de modo aleatório. Após 10 dias da semeadura foi mantida uma planta de feijão por vaso e a planta daninha que desenvolveram foram mantidas até o fim do experimento de acordo com a densidade. Com isso, foram avaliadas massa verde e seca da parte aérea. Da raiz, avaliou-se a altura, comprimento e diâmetro do colmo. Conclui-se que a presença da palhada de cana-de-açúcar e sorgo propiciam aumento no desenvolvimento do feijoeiro. De modo oposto, a *U. decumbens* apresenta reduções significativas quando utilizada como cobertura. Quanto maior a densidade de capim-marandu, maior a interferência no desenvolvimento. A palhada de cana, sorgo e *U. decumbens* possuem grande potencial na redução da população de capim-marandu.

Palavras-chave: Palhada. Leguminosa. Cana. Sorgo.

1 INTRODUÇÃO

O feijão é um dos mais importantes produtos agrícolas do Brasil, com expressiva representação em relação à área plantada, produção e produtividade. Está relacionado à demanda nutricional da população brasileira, sendo uma das principais fontes de proteína, sobretudo, para as pessoas mais carentes (Melo *et al.*, 2019). Mesmo sendo uma cultura de grande relevância, existem vários fatores que afetam a produtividade do feijão, como o clima, doenças, pragas, plantas daninhas e outros.

As plantas daninhas se destacam, pois podem afetar diretamente as plantas cultivadas, prejudicando o seu desenvolvimento, visto que a competição reduz o acesso a água, luz solar e nutrientes. Além disso, indiretamente, também podem influenciar ao hospedar pragas e doenças de cultivadas (Brighenti, 2010). Nos plantios de feijão existe uma ampla gama de plantas daninhas, especialmente por ser uma leguminosa cultivada ao longo de todo o ano (Freitas; Maciel; Santos, 2019; Saberali; Mohammadi, 2019).

A interferência das plantas daninhas sobre o feijoeiro depende da espécie daninha, assim como da cultivar de feijão plantado (Cury *et al.*, 2011). Por ser uma planta de ciclo curto é muito suscetível a competição, especialmente no início do ciclo vegetativo (Scholter *et al.*, 2011), sendo nesta fase inicial que a competição se torna mais acirrada. A habilidade da cultivar tolerar a competição com daninhas pode ter alguma relação com o ciclo da planta (Cury *et al.* 2011).

Adicionalmente, uma das principais formas de controle de plantas daninhas é o uso de herbicidas e o preparo do solo (Amador-Ramirez *et al.*, 2001; Oliveira *et al.*, 2017). No entanto, com os casos crescentes de resistência de plantas daninhas (Lorenzetti *et al.* 2024; Roncatto *et al.*,

2023), a agricultura tem buscado manejos com palhadas residuais de culturas, juntamente com outros tipos de controle para maior eficiência no controle dessas (Garcia *et al.*, 2008; Kaye *et al.*, 2019). Portanto, a compreensão da competição das plantas daninhas no feijoeiro se torna relevante do ponto de vista econômico, ambiental e social.

Diante do contexto, com o trabalho, teve-se o objetivo de estudar o efeito de diferentes coberturas do solo em uma cultivar de feijão superprecoce (BRS-FC104) quando em convivência com a espécie de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Hochst. ex A.Rich.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal, no ano de 2022. O clima da região é definido como *Aw* (Clima tropical, com inverno seco), segundo a classificação Köppen-Geiger. É do tipo tropical com a estação seca e fria ocorrendo no inverno e o verão apresenta a estação com maiores índices pluviométricos (Alvares *et al.*, 2014). Apresenta temperatura e precipitação média anual de 23,8 °C e 1626,9 mm, respectivamente (Alvares *et al.*, 2014).

O material vegetal, palha de cana-de-açúcar, sorgo e *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster utilizados no experimento foi coletado nas propriedades rurais da região. As palhas foram coletadas em sacos plásticos para transporte até o laboratório da Unidade. Para o experimento foram utilizados vasos de 20 L. O solo utilizado foi coletado em uma propriedade da região que tenha a produção de feijão. Realizou-se a análise de solo para correção e adubação, conforme Ribeiro; Guimarães e Alvarez (1999).

O solo ficou em repouso por 40 dias, antes do início do experimento. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado 4x5, com cinco repetições, sendo quatro manejo de solo (sem cobertura, palha de cana, palha de sorgo e *U. decumbens*) e quatro densidades da planta daninha (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster) (0, 1, 2, 4 e 8 plantas). Em cada vaso foram semeadas cinco sementes de feijão no centro do vaso, com palhas distribuídas de modo aleatório. O número de sementes semeadas da espécie daninha, foi de acordo com sua germinação, mantendo a densidade desejada em cada vaso de cada densidade. Após 15 dias da semeadura foi mantida somente uma planta de feijão por vaso e as plantas daninhas que desenvolveram foram mantidas até o fim do experimento de acordo com a densidade.

Após 40 dias, os vasos foram desmontados e avaliados os parâmetros do feijão: altura das plantas (cm): medição a partir do solo até a curvatura da última folha; diâmetro do caule (cm): medição a 2 cm do solo com um paquímetro digital; comprimento da raiz (cm); massa verde da parte aérea (g) e massa verde da raiz (g): após retirar do vaso, a parte aérea e raiz foram separadas,

e mensurada suas massas; massa seca da parte aérea (g) e massa seca da raiz (g): foram colocadas em estufa de circulação de ar forçada, a 60 °C, até atingir massa seca constante e mensurada suas massas. As plantas daninhas foram retiradas, contabilizadas, sendo calculadas: massa verde da parte aérea (g) e massa verde da raiz (g), massa seca da parte aérea (g), e massa seca da raiz (g). Foram colocadas em estufa de circulação de ar forçada, a 60 °C, até atingir massa seca constante e mensurada suas massas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas variáveis analisadas para o feijão, a massa verde aérea (MA), massa da raiz (MR), massa seca da parte aérea (MAS), massa seca da raiz (MSR), altura de planta, comprimento da raiz e diâmetro do caule não foram observadas interação significativa entre os fatores. No entanto, quanto ao tipo de palhada foi verificado diferença significativa. Diferença significativa nas densidades foi observado apenas para massa da parte aérea e massa da raiz (Tabela 1).

Tabela 1 – Variáveis avaliadas no feijoeiro submetido a competição com capim-marandu em coberturas de palhadas. MA = Massa Aérea, MR = massa da raiz, MAS = massa seca da parte aérea, MSR = massa seca da raiz, Alt. = Altura, Comp. = Comprimento

	MA	MR	MSA	MSR	Alt. de Planta	Comp. de Raiz	Diâmetro
Fatores	gramas (g)				Cm		
Palhadas							
Cana	125,76a	112,60b	20,60a	15,32b	219,80a	360,60ab	37,76a
Sorgo	149,04a	222,0a	25,64a	28,92a	229,56a	392,28 ^a	40,76a
<i>U. decumbens</i>	65,00b	62,68b	7,32b	5,36c	141,56b	295,00b	49,96a
Testemunha	44,96b	40,64b	6,36b	5,48c	139,56b	298,80b	31,32a
Densidade							
0	125,00a	112,00a	18,85a	15,35a	202,85a	341,75 ^a	40,05a
1	100,45a	98,70b	15,60a	15,25a	170,90b	345,35 ^a	36,40a
2	96,55b	109,75b	16,05a	13,55a	199,70a	368,50 ^a	55,30a
4	78,15b	81,75c	11,15b	13,95a	173,70b	322,50 ^a	34,95a
8	81,80b	86,25c	10,35b	10,00a	165,95b	305,25 ^a	33,05a
Causas de Variação							
F _(palhada-P)	22,05 ^{**}	16,53 ^{**}	37,60 ^{**}	20,53 ^{**}	15,66 ^{**}	4,68 ^{**}	0,98 ^{ns}
F _(densidade-D)	2,48 ^{**}	2,58 [*]	2,34 ^{**}	0,63 ^{ns}	1,58 ^{ns}	0,95 ^{ns}	1,05 ^{ns}
F _(PxD)	1,00 ^{ns}	1,77 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,86 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,10 ^{ns}
CV (%)	54,38	90,53	50,49	25,81	33,72	32,77	47,92

Nota: Médias comparadas com a mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (ns) – não significativo.

Fonte: Autores, 2024.

As plantas de feijão quando submetidas ao plantio em palhada de cana e sorgo apresentaram maiores massa verdes da parte aérea em relação à braquiária e a testemunha, as quais apresentam reduções de 57% e 70%, respectivamente, em relação ao sorgo (maior valor encontrado). Com

relação à convivência, as maiores densidades, 4 e 8 plantas de capim-marandu, reduz significativamente a parte verde da planta do feijoeiro, reduzindo até 37% em relação à testemunha (Tabela 1).

Para a massa da raiz, observou-se que as plantas cultivadas em área com palhada de sorgo apresentaram maiores sistemas radiculares, tendo aumento de 80% da raiz em relação à testemunha. Quando submetida a competição, o mesmo comportamento da parte aérea é observado para raiz, apresentando reduções nas maiores densidades (Tabela 1).

Os maiores valores de massa seca da parte aérea foram observados também para cana e sorgo, as quais apresentaram reduções de 69% e 67%, respectivamente, em relação ao sorgo (maior valor encontrado). Para a massa seca da raiz, o solo com cobertura de palhada de sorgo apresentou melhores condições para estrutura da raiz, seguida por solo com palhada de cana e depois *U. decumbens* e a testemunha (Tabela 1). A altura da planta e o comprimento radicular foram maiores no tratamento onde teve a presença de palhada de cana e de sorgo, apresentando valores significativamente acima daqueles encontrados na testemunha e no tratamento com braquiária.

A presença da palhada de cana e sorgo, por serem gramíneas com alta relação C/N e possuírem teores de ligninas maiores, podem influenciar ao longo do tempo na disponibilidade de nutrientes para planta, promovendo um melhor crescimento e desenvolvimento vegetal (Monegat, 1991; Nunes *et al.*, 2006). Além disso, podemos destacar a importância da cobertura do solo, que influenciam em uma maior retenção de água, mantendo o microclima e proporcionando maior matéria verde e seca no feijoeiro (Cherubin *et al.*, 2017; Sauvadet *et al.*, 2016). Para a *U. decumbens* não é diferente, porém o que pode ter influenciado na redução significativa em relação às demais palhadas é a capacidade desse táxon em produzir e armazenar compostos alelopáticos, os quais influenciam diretamente na dinâmica das plantas alvos (Oliveira *et al.*, 2017; Pérez *et al.*, 2016).

Quanto à interferência das densidades de capim-marandu no desenvolvimento do feijoeiro, constata-se que a partir de uma planta já se tem efeitos na redução das matérias seca da parte aérea e raiz. As plantas daninhas, principalmente gramíneas, possuem grande capacidade de extração de nutrientes e vantagem competitiva quando comparadas a uma leguminosa (Kaur *et al.*, 2018; Little *et al.*, 2021), principalmente por apresentarem estrutura de touceiras, órgão responsável por reservas energéticas e por propagação (Flávio-Neto *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2017). O mesmo foi observado por Pérez *et al.*, 2016 quando submeteu feijão-caupi à convivência com capim-marandu.

Em relação às variáveis analisadas para o capim-marandu, verificou-se que para massa verde da parte aérea e massa da raiz não houve diferença significativa para o fator densidade. Para todas as variáveis não houve interação significativa entre os fatores (Tabela 2).

Tabela 2 – Efeito das coberturas utilizadas no desenvolvimento do capim-marandu submetido a competição com feijoeiro em coberturas de palhadas. MA = Massa Aérea, MR = massa da raiz, MAS = massa seca da parte aérea, MSR = massa seca da raiz.

Fatores	MA	MR	MAS	MSR
gramas (g)				
Palhada				
Cana	21,79b	2,47b	1,21b	0,33c
Sorgo	12,38b	2,38b	1,41b	0,39c
<i>U. decumbens</i>	22,84b	7,20a	3,30a	1,08b
Testemunha	215,30 ^a	31,35a	14,5a	13,26a
Causas de Variação				
F(palhada-P)	0,97**	9,43**	16,97**	9,24**
CV (%)	15,64	13,59	47,95	10,00

Nota: Médias comparadas com a mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (ns) – não significativo.

Fonte: Autores, 2024.

As plantas daninhas (capim-marandu) submetidas a esses tratamentos mostram que, a presença da palha de sorgo e braquiária reduziram significativamente a sua parte aérea em relação à testemunha e ao tratamento com palhada de cana. Para a massa da raiz, observa-se que há uma diminuição no sistema radicular no solo com cobertura de cana e sorgo em relação a testemunha e a braquiária. Para a massa seca das plantas daninhas, na parte aérea, verificou-se que a palhada de cana e sorgo causou supressão efetiva na planta daninha, reduzindo-a significativamente em relação à braquiária e à testemunha.

Para a massa seca da raiz, verifica-se também reduções significativas para os tratamentos com inserção de palhada de cana e sorgo em relação à testemunha e à braquiária. Seguido a esses, tem-se também a redução da massa seca das plantas submetidas a cobertura de braquiária em relação à testemunha (Tabela 2). Portanto, de modo geral, independente da palhada utilizada, em relação a testemunha o capim-marandu sofreu reduções significativas. Conforme Carbonari *et al.* (2008), a quantidade de palhada produzida pelas culturas de cobertura do solo é variável, sendo um dos fatores que pode inibir a germinação e a emergência das espécies de plantas daninhas presentes na área de cultivo.

Além disso, pode-se dar o enfoque que, além da capacidade como barreira física nas plantas daninhas, essas palhadas, principalmente a *U. decumbens* que possui a liberação de compostos alelopáticos ao longo da decomposição, podendo agir de modo químico no controle do capim-marandu. Segundo Correia; Durigan (2004), a quantidade de 10 a 15 t ha⁻¹ de palhada de cana-de-

açúcar leva a uma diminuição de 64% na produção de biomassa seca de aos 6 e 32 dias após a semeadura de plantas daninhas (Carneiro *et al.*, 2020; Sodré-Filho *et al.*, 2024).

4 CONCLUSÃO

A presença da palhada de cana-de-açúcar e sorgo propiciam um aumento no desenvolvimento do feijoeiro. De modo oposto, a *Urochloa decumbens* apresenta reduções significativas no feijoeiro quando utilizada como cobertura. Quanto maior a densidade de capim-marandu, maior a interferência no desenvolvimento do feijoeiro. Por fim, a palhada de cana, sorgo e *U. decumbens* possuem grande potencial na redução da população de capim-marandu, reduzindo em torno de 50% as variáveis Massa seca da parte aérea, Massa seca da raiz.

Agradecimentos e financiamento

Pesquisador Produtividade da UEMG – PQ/UEMG. Ao Programa de Apoio a Pesquisa da UEMG – PAPq.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- BRIGHENTI, A. M. **Manual de identificação e manejo de plantas daninhas em cultivos de cana-de-açúcar**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 112 p.
- CARNEIRO, L. F. *et al.* Alternative sugarcane production for conservation of sandy soils: sugarcane straw, intercropping and nitrogen. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, e009920, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044009920>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- CARBONARI, C. A. *et al.* Eficácia do herbicida diclosulam em associação com a palha de sorgo no controle de *Ipomoea grandifolia* e *Sida rhombifolia*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 657-664, 2008.
- CHERUBIN, M. R. *et al.* Assessing soil structural quality under Brazilian sugarcane expansion areas using Visual Evaluation of Soil Structure (VESS). **Soil and Tillage Research**, v. 173, p. 64-74, 2017.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.
- CURY, J. P. *et al.* Produção e partição de matéria seca de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 149-158, 2011.
- FLÁVIO-NETO, J. *et al.* Biological soil loosening by grasses from genus *Brachiaria* in crop-livestock integration. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, p. 375-383, 2015.

- FREITAS, A. F.; MACIEL, J. C.; SANTOS, J. B. *Urochloa brizantha* interference in the *Phaseolus vulgaris* radicular system fertilizers with phosphorus. **Planta Daninha**, v. 37, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100055>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- GARCIA, R. A. *et al.* Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **European Journal of Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 579-585, 2008.
- KAUR, S. *et al.* Understanding crop-weed-fertilizer-water interactions and their implications for weed management in agricultural systems. **Crop Protection**, v. 103, p. 65-72, 2018.
- KAYE, J. *et al.* Managing nitrogen through cover crop species selection in the US mid-Atlantic. **PloS one**, v. 14, p. 1-24, 2019.
- LITTLE, N. G. *et al.* Effects of fertility amendments on weed growth and weed-crop competition: a review. **Weed Science**, v. 69, n. 2, p. 132-146, 2021.
- LORENZETTI, J. B. *et al.* Identification, mapping, and chemical control of fleabane resistant to glyphosate, chlorimuron, paraquat, and 2,4-D. **Weed Technology**, v. 38, p. e27, 2024. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/identification-mapping-and-chemical-control-of-fleabane-resistant-to-glyphosate-chlorimuron-paraquat-and-24d/5814BEFE044EC9AC6E3EF207DF492714>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- MELO, L. C. *et al.* BRS FC104-Super-early carioca seeded common bean cultivar with high yield potential. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 4, p. 471-475, 2019.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. do Autor, 1991. 33 p.
- NUNES, U. R. *et al.* Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** [online], v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000600007>. Acesso em: 16 maio 2024.
- OLIVEIRA, D. R. *et al.* Special metabolites isolated from *Urochloa humidicola* (Poaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 2, p. 789-797, 2017.
- PÉREZ, A. J. *et al.* Ultrahigh-performance liquid chromatography-high-resolution quadrupole time-of-flight mass spectrometry-based metabolomics reveals key differences between *Brachiaria decumbens* and *B. brizantha*, two similar pastures with different toxicities. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 22, p. 4686-4694, 2016.
- RONCATTO, E. *et al.* Shortening critical period of weed control at soybean by residual herbicide mixtures. **Adv Weed Sci**, v. 41, e020220075, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2023;41:00009>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- SABERALI, S. F.; MOHAMMADI, K. The above-ground competition between common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) affected by nitrogen application. **Phytoparasitica**, v. 47, p. 451-460, 2019.
- SAUVADET, M. *et al.* The dynamics of soil micro-food web structure and functions vary according to litter quality. **Soil Biology And Biochemistry**, v. 95, p. 262-274, 2016.

SCHOLTEN, R.; PARREIRA, M. C.; ALVES, P. L. C. A. Período anterior à interferência das plantas daninhas para a cultivar de feijoeiro 'Rubi' em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 313-320, 2011.

SODRÉ-FILHO, J. *et al.* Decomposition of sorghum, grass, and sorghum intercropped with grass and soybean performance in integrated systems in the Cerrado. **Scientia Agricola**, v. 81, e20230011, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2023-0011>. Acesso em: 05 jun. 2024.

CAPÍTULO 29

CAPACIDADE DE CONSERVAÇÃO DA VIABILIDADE DO EMBRIÃO AO LONGO DO TEMPO E O PROCESSO DE EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE PAU-FERRO (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz) CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO

Matheus Ribeiro Santana   

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil

José Aliçandro Bezerra da Silva   

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil

Jocelma Maria da Silva   

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil

Giovani Evangelista Santos   

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil

Ana Vitória Freire Neves   

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil

Anderson da Silva Santos   

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil

Diego Ariel Meloni   

Universidade Nacional de Santiago Del Estero – UNSE, Argentina

João Henrique Rodrigues Sá   

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil

Erica Heloise Freitas Santos   

Universidade Federal da Bahia – UFBA, Brasil

Marcelo da Silva Martins   

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.710 

Resumo: O domínio Caatinga é característico do semiárido brasileiro, porém devido a ação antrópica necessita de medidas extremas quanto à implantação de medidas para a conservação de sua biodiversidade. Nesse cenário, objetivou-se com esse estudo avaliar como a idade e viabilidade dos embriões podem influenciar o processo de emergência e crescimento inicial de plântulas. O experimento ocorreu na Universidade Federal do Vale do São Francisco, em Juazeiro, Bahia. Foi utilizado um delineamento experimental casualizado com dois lotes de sementes (2015 e 2018). Cada lote teve quatro repetições de trinta sementes, totalizando 120 unidades. Foram medidos o índice de velocidade de emergência, tempo médio e velocidade média. As avaliações incluíram o diâmetro do caule, número de folhas, altura da planta e características fisiológicas como índices de clorofila A e B, biomassa fresca e seca de raiz, caule e folha. Embora a frequência de emergência inicial tenha sido semelhante nos dois lotes, houve diferenças ao longo do tempo. O lote 2015 alcançou seu maior percentual de emergência em um período mais curto do que o lote 2018. De acordo com os resultados, com três anos de idade, dependendo da região e condições ambientais de crescimento das plantas, mantém elevada capacidade de germinação, emergência e crescimento inicial de plantas.

Palavras-chave: Biomassa. Clorofila. Tetrazólio.

1 INTRODUÇÃO

A *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz, conhecida popularmente como pau-ferro, é uma espécie naturalmente da Caatinga, localizada no Nordeste Brasileiro. Com características bem conhecidas, o pau-ferro tem folhas duplamente compostas, seus frutos e sementes podem variar de tamanhos e formas. Essa espécie é importante devido ao uso medicinal e também para construções de grandes centros urbanos. Como contribuição importante quanto a questão ambiental o pau-ferro pode ser utilizado em processos de recuperação de áreas desmatadas (Lafetá *et al.*, 2021).

A *L. ferrea* é uma planta que se propaga por via sexuada, possuem sementes com características bem peculiares, com tegumento duro e resistente, ou seja, apresenta uma superfície externa bem rígida que reveste toda a semente, dificultando sua germinação, condicionando que a mesma passe por período de dormência (Oliveira *et al.*, 2017; Ribeiro *et al.*, 2016). A quebra da dormência de sementes dessa espécie dar-se-á por diversas aplicações de tratamentos que auxiliarão e facilitarão o desenvolvimento pleno do processo de germinação e emergência de novas plântulas. Existem métodos que podem superar e aumentar a germinação estabelecendo frequentemente a produção de mudas. Pesquisas realizadas em oficinas que determinam métodos adequados e significativos para o crescimento de embriões e raízes favorecem os estudos dessas espécies (Koch *et al.*, 2017; Lafetá *et al.*, 2021; Silva, *et al.*, 2019).

De acordo com Albuquerque *et al.* (2018) muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas envolvendo estudos sobre fatores que afetam o processo de germinação. O tamanho de sementes, por exemplo, vem sendo investigado com bastante frequência em espécies florestais do Brasil. Apesar disso, Albuquerque *et al.* (2018) menciona que a relação de tamanho da semente não

influencia na sua germinação. No entanto, para as plantas classificadas como gimnospermas e angiospermas a idade das sementes é um fator que determina a viabilidade do embrião e sua capacidade de pleno desenvolvimento quanto aos processos de germinação, emergência, crescimento e desenvolvimento de novas plantas. O tempo em que o embrião permanece viável depende de espécie para espécie. Assim, o aprimoramento da tecnologia de sementes de espécies florestais é importante para a conservação dos diversos biomas (Silva *et al.*, 2019).

Desta forma, com esse estudo, objetivou-se avaliar como a idade de sementes de pau-ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz) pode afetar a viabilidade dos embriões e consequentemente seu processo de emergência e crescimento inicial de plântulas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado e conduzido no viveiro localizado no Campus da Universidade Federal do Vale do São Francisco, cidade de Juazeiro, Bahia. Esse campus está localizado a uma altitude de 380 metros e a 09°23'22" S e 40°24'47" O. As sementes de pau-ferro foram coletadas, primeiramente, em um lote de plantas adultas, em 17 de julho de 2015, na chácara Jardim dos Plêiades, Estrada do Balneário Rodeadouro, município de Juazeiro, no estado da Bahia. O segundo lote foi coletado, também em plantas adultas, no dia 04 de setembro de 2018 (no município de Sertânia, estado de Pernambuco).

A preparação do substrato para realização dos experimentos ocorreu com o uso do solo tipo Latossolo, com areia e húmus de minhoca nas proporções de 2:1:1, respectivamente. O substrato foi colocado em sacos pretos de mudas de dimensão 18 cm x 24 cm, onde foram dispostos em bancadas suspensas a 1m do solo. Após a preparação do substrato foi realizada a coleta de amostra do solo para análise, determinando assim os teores de nutrientes e condições do substrato usado no experimento.

O método para escarificação das sementes de pau-ferro foi químico, utilizando ácido sulfúrico na concentração de 98% no intervalo de tempo de trinta minutos emergido na capela (seguindo os princípios de Passos; Silva; Cavalcante, 1988). Em seguida, as sementes foram lavadas e semeadas. Para análises da viabilidade do embrião, do processo de emergência das espécies e das características morfofisiológicas das plântulas foram realizadas as determinações.

Todos os dados obtidos nos experimentos foram ajustados e analisados com aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

2.1 Estudo do processo de emergência das plântulas

Foram realizadas contagens diárias das plântulas normais durante 60 dias e o índice foi calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962). Para os cálculos de porcentagem de germinação, tempo médio, velocidade e frequência relativa de germinação foram realizados conforme fórmulas citadas por Labouriau e Valadares (1976).

2.2 Determinação das variáveis morfológicas

Foram feitas as determinações do diâmetro do caule (mm), número de folhas, número de ramos, altura da planta (cm): Foram coletados dados de doze plântulas, três de cada uma das quatro repetições. O diâmetro do caule foi medido com auxílio do paquímetro e a altura da planta com régua.

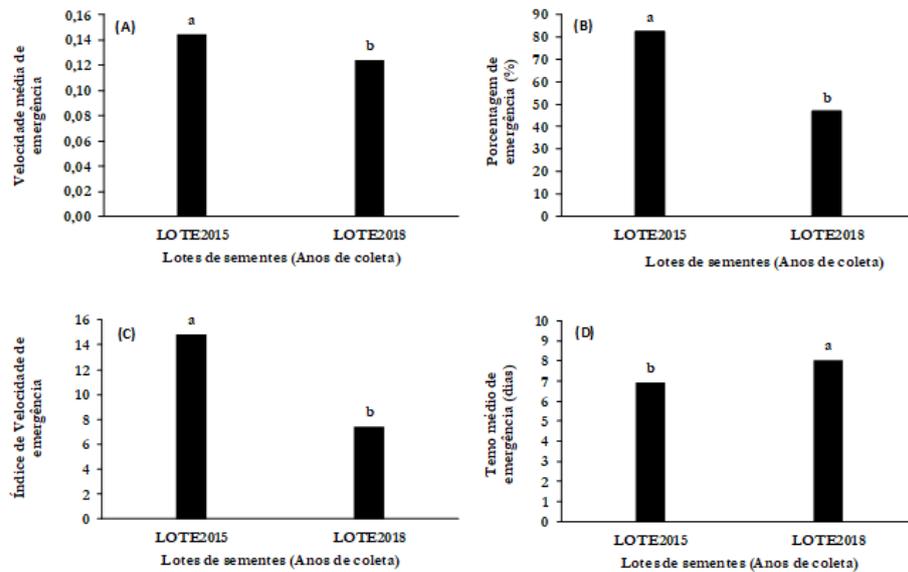
2.3 Índice de Clorofila

Foram selecionadas folhas com características uniformes quanto à cor, tamanho, livre da incidência de doenças. O índice de clorofila foi determinado através do dispositivo portátil ClorofiLOG, modelo CFL 1030, da empresa Falker, que realiza medida instantânea e não destrutiva da folha, dado um valor de absorvância do comprimento de onda na região do vermelho (pico em 650 nm), região de alta absorvância pelas moléculas de clorofila. Foram quantificados os valores relativos ao índice de clorofila A e clorofila B total.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que as sementes do lote de 2015 (Figura 1), tiveram melhores índices de velocidade média de emergência (Figura 1A), velocidade de germinação (Figura 1C), percentual de germinação (Figura 1B), tempo médio de germinação (Figura 1D) quando comparadas ao lote de sementes de 2018. Portanto, é possível inferir que a idade das sementes interferiu na capacidade do embrião de produzir novas plantas. Entretanto, passados três anos de armazenamento as sementes ainda apresentam capacidade de germinar.

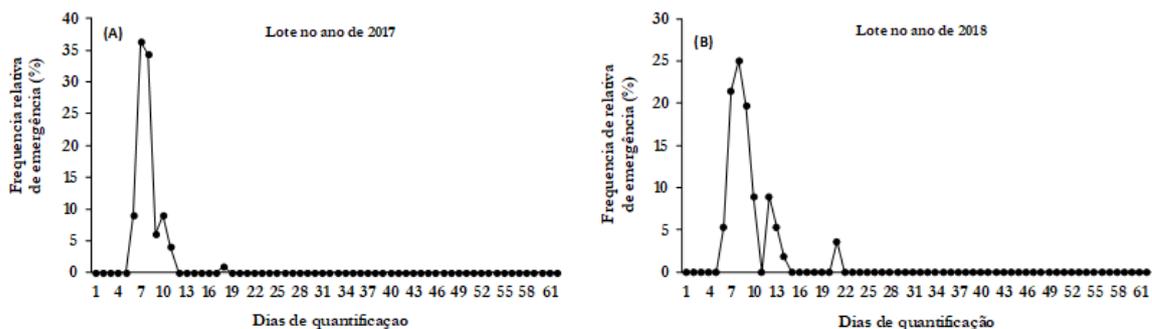
Figura 1 – Resultados encontrados para análise dos parâmetros referentes ao processo de emergência das plântulas: velocidade média de emergência – VME (A), Porcentagem de germinação (%) (B), Índice de velocidade média de emergência – IVE (C), Tempo médio de emergência[®](D). Foi analisado um ciclo de cultivo compreendendo o período de 18 de Maio a 18 de Julho de 2019 com lotes de sementes coletados nos anos de 2015 e 2018.



Fonte: Santana, 2019.

Os resultados encontrados na (Figura 2), sugerem que, embora a frequência de emergência inicial tenha sido semelhante nos dois lotes, houve diferenças ao longo do tempo. O lote 2015 alcançou seu maior percentual de emergência em um período mais curto, até os 11 dias, enquanto o lote 2018 continuou a apresentar emergência até os 16 dias. Isso indica que as sementes mais velhas (Lote 2015), apresentaram taxa de germinação mais rápida e uniforme. As do lote 2018 prolongaram o processo de germinação, sendo menos uniforme.

Figura 2 – Resultados encontrados as frequências relativas referentes ao processo de emergência das plântulas de pau ferro, nos estudos foram considerados os lotes de sementes coletadas no ano de 2017 (A), e 2018(B). Com análise feita a partir de um ciclo de cultivo, compreendendo o intervalo de 18 de Maio a 18 de Julho de 2019.

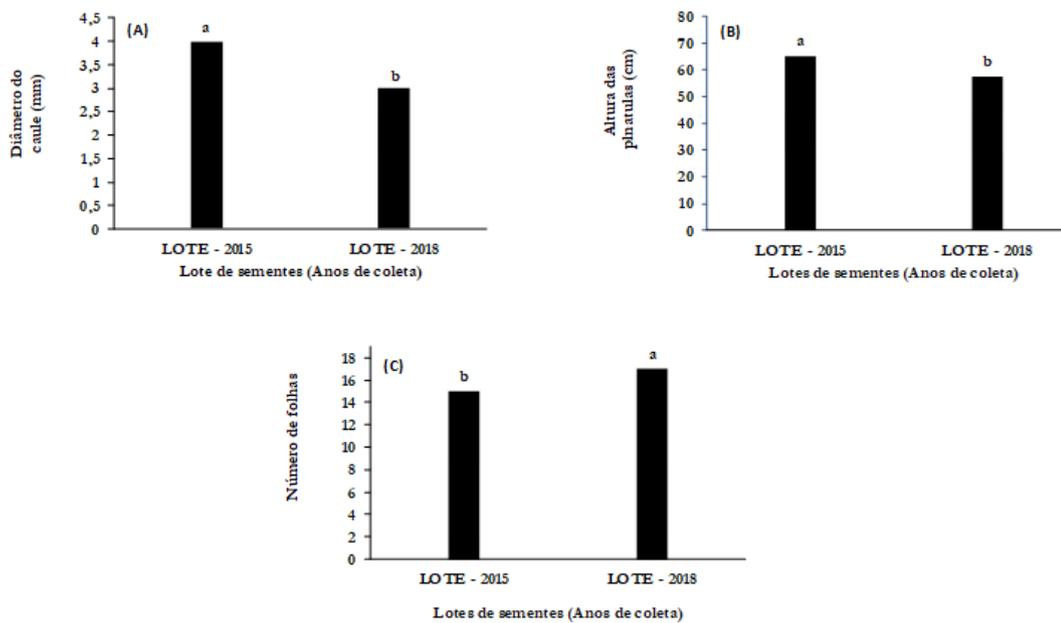


Fonte: Santana, 2019.

Os resultados das avaliações para os parâmetros morfológicos indicam que houve diferenças significativas entre os lotes de sementes em relação ao diâmetro do caule, altura e

número de folhas das plântulas (Figura 3). O lote de 2015 apresentou melhor desempenho em termos de diâmetro do caule (Figura 3A) e altura (Figura 3B) das plântulas. Por outro lado, o lote de 2018 mostrou-se superior no número de folhas (Figura 1C), quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 3 – Resultados encontrados para análise das estruturas morfológicas de plântulas de pau ferro, referentes a diâmetro do caule (A), altura (B) e número de folhas (C). Foram analisados um ciclo de cultivo, de 8 de Março a 8 de Maio de 2019, com lotes de sementes do ano de 2015 e 2018.

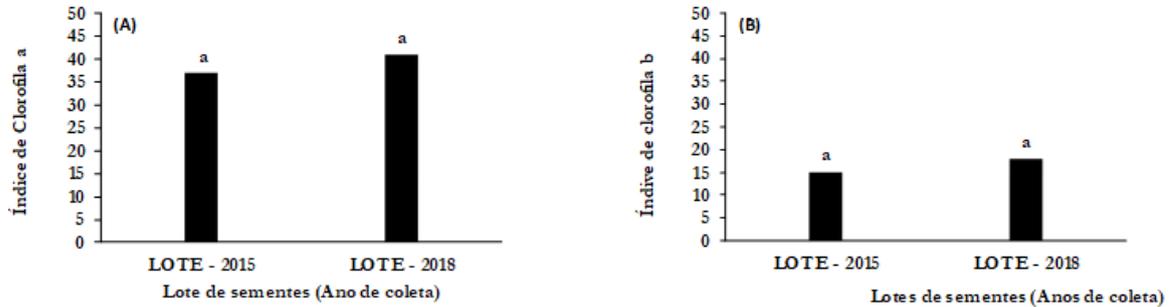


Fonte: Santana, 2019.

Foi possível verificar que o lote de 2015 apresentou capacidade germinativa das sementes superior às sementes do lote de 2018. Como as sementes foram coletadas em regiões distintas, talvez as plantas em função das condições de crescimento e desenvolvimento tenham apresentado características genéticas superiores quanto a capacidade de germinação, promovendo um crescimento mais vigoroso das plantas em relação ao lote de 2018. Entretanto, identificou-se que, apesar das diferenças entre os lotes, quanto às características morfológicas, depois de três anos as sementes de pau-ferro, do lote de 2015, apresentam boa capacidade de germinação.

Não houve diferença estatística na quantificação dos índices de clorofila A e B nas folhas entre os lotes estudados (Figura 4). A clorofila desempenha um papel crucial na absorção de luz e na produção de energia para a planta. Quando não há diferença estatística nos índices de clorofila entre os lotes, pode-se indicar que os processos fisiológicos relacionados à biossíntese da clorofila não foram afetados pelo tempo de armazenamento das sementes ou por outras variáveis relacionadas aos diferentes lotes.

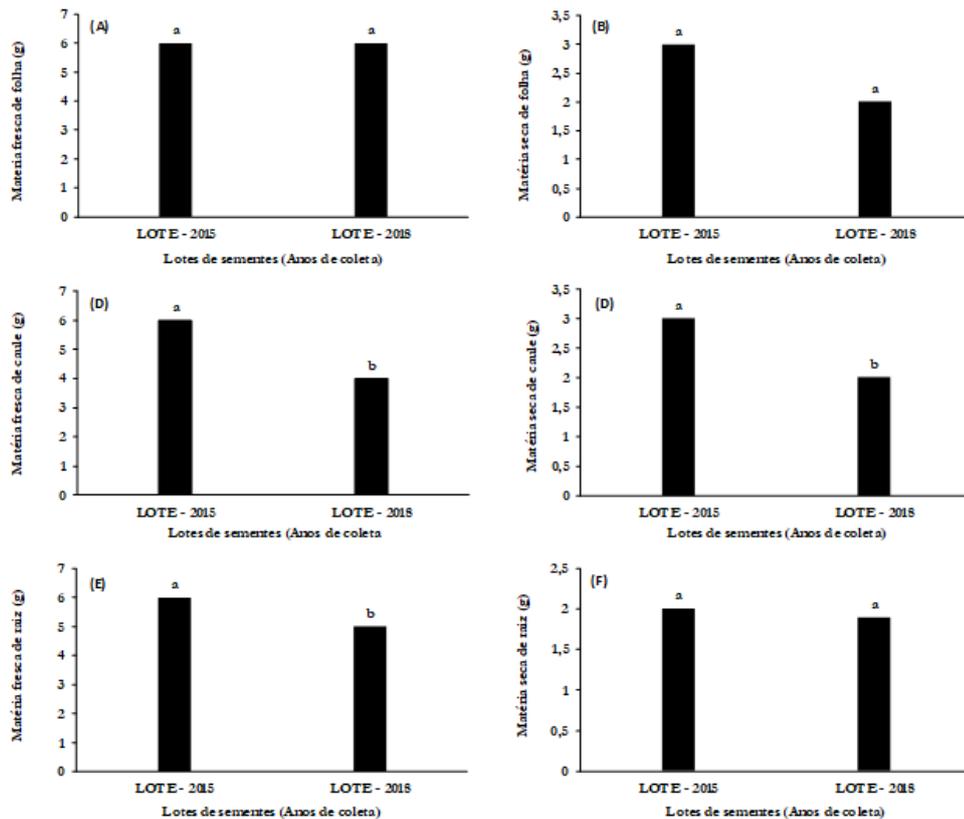
Figura 4 – Resultados encontrados para o índice de clorofila a (A) e b (B), em folhas de plântulas da espécie pau ferro, a partir da análise do ciclo de cultivo de 8 de Março a 8 de Maio de 2019 com lotes de sementes coletados nos anos de 2015 e 2018.



Fonte: Santana, 2019.

De acordo com a Figura 5, pode-se observar que o lote de 2015, em geral, apresentou capacidade superior quanto à produção de biomassa. Isso significa melhor eficiência quanto a produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, produção de outros compostos secundários pelas plântulas oriundas de mentes do lote mais antigo.

Figura 5 – Resultados encontrados de massa fresca e massa seca, respectivamente, de folhas (A e B), Caule (C e D) e de raízes (E e F) de plântulas de Pau ferro. Foi analisado o ciclo de cultivo: de 8 de Março a 8 de Maio de 2019 com lotes de sementes coletados nos anos de 2015 e 2018.



Fonte: Santana, 2019.

4 CONCLUSÃO

Os resultados têm implicações práticas importantes para o estabelecimento de plântulas de pau-ferro, indicando que as sementes com três anos de idade, dependendo da região e condições ambientais de crescimento das plantas, mantêm capacidade elevada de germinação, emergência e crescimento inicial de plantas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. A. D.; SANTOS, G. J. da S.; MACHADO, M. A. B. L. Influência do tamanho das sementes na germinação de *caesalpinia férrea* Mart. Ex Tul. Var. *Leiostachya* Benth. **Revista Ouricuri**, v. 8, n. 2, 2018.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: Sistema de Análise de Variância. Versão 5.6. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2011.
- KOCH, R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; KLEINSCHMIT, B. Revealing areas of high nature conservation importance in a seasonally dry tropical forest in Brazil: Combination of modelled plant diversity hotspots and threat patterns. **Journal for nature conservation**, v. 35, p. 24-39, 2017.
- LABOURIAU, L. F. G.; VALADARES, S. M. **On the use of laboratory germination tests for seed quality evaluation**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1976.
- LAFETÁ, B. O. *et al.* Tratamentos térmicos para a superação da dormência em sementes de *Caesalpinia farrea* Mart ex Tul. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2021.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- OLIVEIRA, K. J. B. *et al.* Métodos para superação da dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia farrea* Mart. Ex Tul. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 648-648, 2017.
- PASSOS, J. M.; SILVA, J. C. da; CAVALCANTE, L. S. Método de escarificação das sementes de pau-ferro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, n. 2, p. 123-130, 1988.
- RIBEIRO, K. *et al.* Land cover changes and greenhouse gas emissions in two different soil covers in the Brazilian Caatinga. **Science of the Total Environment**, v. 571, p. 1048-1057, 2016.
- SILVA, R. B. *et al.* Storage and conservation of Pau Ferro seeds native to the Caatinga of Alagoas. **Revista Ambientale**, v. 11, n. 1, p. 80–87, 2019.

CAPÍTULO 30

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE LEUCENA

Manoel Nelson de Castro Filho   
Universidade Federal de Viçosa - UFV, Brasil

Maria Caroline Aguiar Amaral   
Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB, Brasil

Arlete da Silva Bandeira   
Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA /Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Brasil

Jerffson Lucas Santos   
Instituto Federal Catarinense, Campus Camboriú, Brasil

Bárbara Louise Pacheco Ramos   
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Brasil

Talita Oliveira dos Santos   
Engenheira Agrônoma, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Brasil

Juan Marcus Chagas Silva   
Faculdade Independente do Nordeste (FAINOR), Brasil

Caroline Boaventura Nascimento Penha   
Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Brasil

Nilgludson de Sousa Fernandes   
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.711 

Resumo: A leucena é uma espécie da família Fabaceae exótica que tem sido amplamente cultivada no Brasil, em sistemas agroflorestais, consistindo numa fonte eficiente para alimentação animal, principalmente, em regiões de clima semiárido. Com este estudo objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes métodos para superação da dormência em sementes de leucena. A coleta das vagens e extração das sementes foram realizadas manualmente. Para caracterizar o lote de sementes determinou-se o teor de água, a massa de mil sementes e a condutividade elétrica das sementes. Os tratamentos avaliados foram escarificação mecânica com lixa, escarificação física em imersão em água a 80 °C por 2,5; 5,0; 7,5 e 10 minutos, além da testemunha (controle). Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. A eficiência dos tratamentos foi avaliada por meio do teste padrão de germinação. O tratamento físico de escarificação com lixa foi o mais eficiente na superação de dormência das sementes e proporcionou 90% de germinação na primeira contagem.

Palavras-chave: Escarificação mecânica. Germinação. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Qualidade de sementes.

1 INTRODUÇÃO

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit, a leucaena é uma espécie arbórea, pequena, pertencente à família Fabaceae, nativa do México e da América Central, que foi introduzida em diversas regiões tropicais e subtropicais para a produção de forragem, lenha, carvão e adubo verde (Oliveira, 2008; Bakewell-Stone, 2023; Oliveira *et al.*, 2023). Seus frutos são caracterizados como vagens, que produzem de 15 a 30 sementes com alta viabilidade. Seu crescimento inicial pode ser lento, mas quando se estabelece, permanece verde durante todo o ano. A leucena pode suportar períodos de seca e seu sistema radicular é profundo e pode absorver água e nutrientes das camadas inferiores do solo (Torres, 2019). A espécie se sobrepõe a espécies nativas, com rápido desenvolvimento e alta capacidade de reprodução (Oliveira *et al.*, 2023), incluindo rebrotas sucessivas após o corte (Costa; Durigan, 2010).

Além do seu hábito de crescimento agressivo, também apresenta um curto período pré-reprodutivo, autopolinização, alta produção de sementes com elevada longevidade (10 a 20 anos), capacidade de rebrota e tolerância a diversos ambientes (Costa *et al.*, 2015; Dhanda; Chauhan, 2022). Se desenvolve bem em solos pobres em nutrientes, especialmente o nitrogênio, devido a sua capacidade de associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium* que promovem a fixação do nitrogênio atmosférico (Bakewell-Stone, 2023).

É recomendada, por alguns autores, como promissora para a recuperação da cobertura vegetal de áreas degradadas (Marques *et al.*, 2014; Dhanda; Chauhan, 2022). As sementes de *L. leucocephala* assim como de muitas outras espécies da família Fabaceae, apresentam dormência física causada pela presença de um tegumento duro e impermeável à água (Oliveira, 2008). Essa impermeabilidade favorece a manutenção da dormência e a viabilidade da semente, impedindo sua

deterioração no solo (Marques *et al.*, 2014). Portanto, para ocorrer a germinação, as sementes precisam passar por um processo de escarificação natural ou artificial. A escarificação natural é um processo lento e que depende de fatores bióticos, como a atividade de roedores, insetos e microrganismos, e abióticos, como temperatura, luminosidade e umidade do solo (Dhanda; Chauhan, 2022).

Para a escarificação artificial têm sido utilizados diferentes tratamentos, como imersão em água sob altas temperaturas, a escarificação mecânica e química. Contudo, a eficácia desses métodos na superação da dormência física varia conforme a espécie e sua adaptação ao ecossistema de origem. Diante do exposto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a eficiência de diferentes métodos para superação da dormência em sementes de leucena.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, campus de Vitória da Conquista, BA. O município está situado na microrregião do Planalto de Conquista, Sudoeste da Bahia, a 900 m de altitude, com as coordenadas geográficas de 14°53' de latitude Sul e 40°48' de longitude Oeste. O clima regional é classificado como tropical de altitude (Cwa) de acordo com Köppen, com pluviosidade média anual em torno de 733,9 mm.

2.2 Descrição dos processos metodológicos de análises das sementes

A coleta manual das vagens foi realizada em arbustos localizados no Campus da UESB. Posteriormente, o material foi conduzido ao laboratório para a extração das sementes. Para caracterizar o lote de sementes determinou-se o teor de água, a massa de mil sementes e a condutividade elétrica das sementes. O teor de água foi obtido, pelo método de estufa a 105 °C, durante 24 horas, e a massa de mil sementes foi determinada por meio da pesagem em balança analítica, utilizando-se oito repetições de 100 sementes (Brasil, 2009). A condutividade elétrica foi determinada, conforme a metodologia proposta Dutra *et al.* (2006), com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram pesadas em balança com precisão de três casas decimais e colocadas em copos plásticos (capacidade de 200 mL), contendo 75 mL de água deionizada, mantidos durante 24 horas em uma câmara (germinador), a 25 °C. Após este período, a condutividade elétrica da solução de embebição foi avaliada em condutivímetro (modelo Digimed) e os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de sementes.

2.3 Descrição e aplicação dos tratamentos

As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos pré-germinativos: testemunha - sementes intactas (T1); escarificação mecânica com lixa no lado oposto ao hilo (T2); escarificação física com imersão em água a 80 °C por 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 minutos (T3, T4, T5 e T6, respectivamente). Na escarificação mecânica as sementes foram friccionadas manualmente em lixa d'água n. 80 até que o desgaste do tegumento fosse observado. Nos tratamentos de escarificação física em água quente (80 °C) as sementes foram mantidas imersas pelos períodos especificados anteriormente.

Após os tratamentos das sementes, elas foram submetidas ao teste padrão de germinação a fim de se avaliar a eficiência dos tratamentos. Na montagem do teste utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, que foram semeadas em folhas de papel germitest, umedecidas com quantidade de água deionizada, equivalente a 2,5 vezes a massa (g) do substrato seco. Em seguida, foram acondicionados em sacos plásticos fechados, para evitar a desidratação, e dispostos na posição vertical em germinador (BOD), sob temperatura de 25 ± 3 °C em ausência de luz. A primeira contagem de germinação foi realizada simultaneamente com o teste de germinação, sendo contabilizada a porcentagem de plântulas normais, anormais e mortas no quarto dia após a semeadura e, a última contagem, no décimo dia após a semeadura, computando-se as plântulas normais, anormais, sementes mortas, duras e dormentes (Brasil, 2009).

2.4 Análise estatística

Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para a fonte de variação quantitativa (tempo de imersão) foi realizada análise de regressão polinomial, utilizando-se o programa Software SISVAR, versão 5.6 (Ferreira, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado teor de água médio de 5,49%, confirmando que as sementes são ortodoxas, característica essa de fundamental importância, uma vez que o baixo grau de umidade nas sementes, permite mantê-las viáveis por longo período (Matos, 2015). Resultados semelhantes foram reportados por Silva *et al.* (2023), ao avaliarem sementes da mesma espécie no município de Corumbá, no Pantanal Sul Mato Grossense., obtiveram variação de 6,05 a 8,99 g 100 g⁻¹ para as sementes intactas e escarificadas, respectivamente. Enquanto Antunes *et al.* (2020), encontraram valores inferiores, de 2,43 % quando avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de *L. leucocephala*

oriundas de municípios do estado da Bahia. A avaliação desses parâmetros é relevante na execução dos testes, considerando-se que a uniformização é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

A condutividade elétrica média observada foi de $22,97 \mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, portanto, a dormência tegumentar das sementes foi confirmada pela baixa liberação de eletrólitos. Embora seja uma característica importante para a espécie, ela é indesejável para os viveiristas, pois resulta em falta de uniformidade na germinação e no crescimento das mudas (Müller *et al.*, 2016). Araújo *et al.* (2017), ao estudarem diferentes lotes de sementes de leucena, encontraram valores de umidade variando entre 10,9 e 12,3% e de condutividade elétrica variando entre $57,2 \mu\text{S}$ e $76,3 \mu\text{S}$. Os dados referentes aos percentuais de germinação na primeira contagem, plântulas normais, anormais, mortas e dormentes de leucena submetidas a diferentes tratamentos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Percentual de germinação da primeira contagem (PC), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes duras (SD), sementes mortas (SM) e dormentes (D) de sementes de *L. leucocephala* (Lam.) de Wit submetidas a diferentes tratamentos de superação de dormência.

TRATAMENTO	PC	PN	PA	SD	SM	D
	%					
Testemunha	23,0c	56,0b	5,0a	24,0a	11,0ab	4,0a
Escarificação mecânica	93,0a	93,0a	0,0a	0,0c	7,0b	0,0b
Imersão em água a 80 °C por 2,5 min	40,0bc	76,0ab	3,0a	9,0bc	10,0ab	2,0ab
Imersão em água a 80 °C por 5,0 min	42,8b	74,7ab	9,1a	1,0bc	14,1ab	1,1ab
Imersão em água a 80 °C por 7,5 min	37,0bc	62,0b	10,0a	4,0bc	24,0a	0,0b
Imersão em água a 80 °C por 10,0 min	35,1bc	59,6b	8,4a	12,1ab	19,8ab	0,0b
CV (%)	16,72	14,51	77,32	62,28	45,55	113,43

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo de Teste de Tukey ($p > 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

Para a primeira contagem de germinação, verificou-se que as sementes escarificadas, mecanicamente com a lixa, apresentaram as maiores taxas de germinação (93,0%) em relação aos demais métodos estudados. Comportamento semelhante foi encontrado por Mendonça *et al.* (2020), que verificaram melhor resultado para a escarificação mecânica com lixa d'água n° 100, superior aos demais tratamentos utilizados, com 97,0% de germinação em sementes de leucena coletadas na Caatinga paraibana.

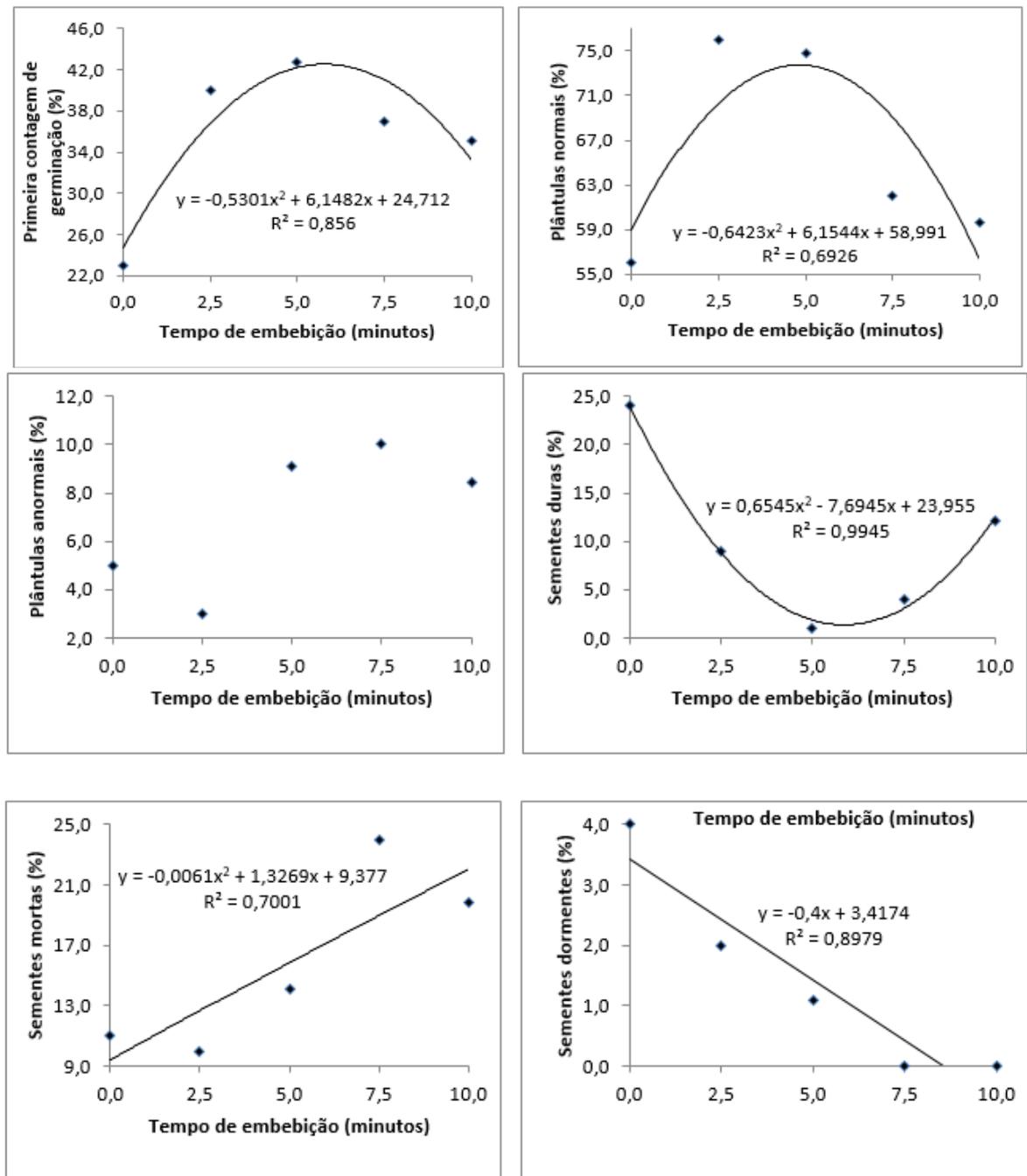
A escarificação mecânica foi eficiente para promover o aumento da germinação das sementes, o que ocorreu devido ao rompimento do tegumento, que permitiu a embebição de água e entrada de ar, ativando os processos bioquímicos necessários à germinação, como a ativação de enzimas hidrolíticas. Mariano *et al.* (2016), ao avaliarem a eficiência de métodos de superação de dormência de sementes de leucena, confirmaram a escarificação mecânica com lixa como o melhor método de superação de sementes de leucena.

A porcentagem de sementes normais (Figura 1) não diferiu estatisticamente entre os tratamentos de escarificação mecânica (lixa) e os de imersão em água por 2,5 e 5 minutos. Comparando-se a porcentagem de plântulas normais do tratamento de escarificação com os tratamentos testemunha e imersão em água por 7,5 e 10 minutos, observou-se uma superioridade ($p < 0,05$) em termos de eficiência na formação de plantas normais.

As características de primeira contagem de germinação, plântulas normais e sementes duras houve efeito significativo para a regressão quadrática em função dos tempos de imersão das sementes em água, não foi possível definir o modelo significativo para o número de plantas anormais (Figura 1).

Dentre os tratamentos de imersão em água aquecida a 80 °C, a maior porcentagem de germinação na primeira contagem ocorreu quando as sementes foram submetidas a imersão por 5,8 minutos, o maior número de plântulas normais aos 2,5 minutos e o menor número de sementes duras aos 5,9 minutos. Para todas as características houve tendência de melhor resultado quando as sementes foram submetidas a imersão por 5 minutos. Araújo *et al.* (2012), ao avaliar o desenvolvimento de técnicas apropriadas para a produção de mudas de *L. leucocephala* (Lam.) de Wit., concluíram também que os melhores tratamentos foram imersão em água a 80 °C por 5 minutos e escarificação com lixa metálica. Dias *et al.*, (2022) aos estudarem diferentes métodos de superação de dormência em sementes de leucena, apontaram que a imersão das sementes em água à temperatura ambiente por 24 ou 48 horas proporcionaram os melhores indicadores de germinação, maior rapidez na emergência de plântulas, maior porcentagem de germinação e maior índice de velocidade de germinação. No entanto, para melhor uniformidade na germinação indicaram a imersão das sementes em água a 60 °C por 15 minutos.

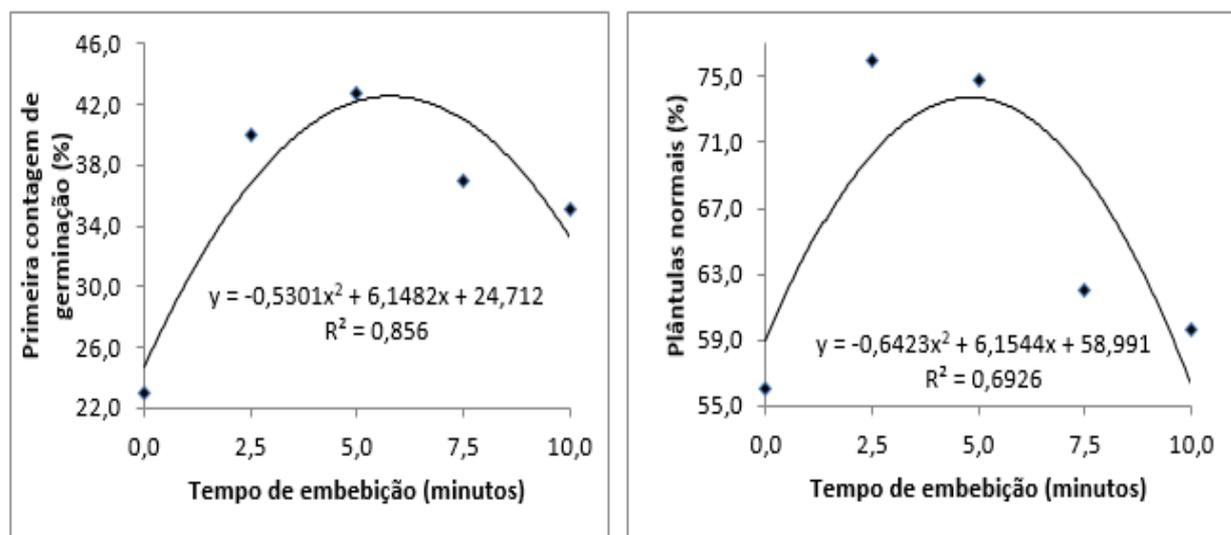
Figura 1 - Estimativa da primeira contagem de germinação, plântulas normais, plântulas anormais, sementes duras de sementes de *L. leucocephala* (Lam.) de Wit em função do tempo de embebição em água a 80 °C, Vitória da Conquista/BA, UESB, 2017.



Fonte: Autores, 2024.

As sementes mortas e dormentes submetidas aos diferentes tempos em imersão, ajustaram-se ao modelo de regressão linear, em que, para as sementes mortas, o gráfico apresentou-se de forma linear crescente e para as sementes dormentes, linear decrescente (Figura 2).

Figura 2 - Estimativa do número de sementes mortas e sementes dormentes de sementes de *L. leucocephala* (Lam.) de Wit em função do tempo de embebição em água a 80 °C. Vitória da Conquista/BA, UESB, 2017.



Fonte: Autores, 2024.

O número de sementes mortas foi crescente à medida que aumentou o tempo de embebição em água a 80 °C, indicando que, ao submeter as sementes a temperaturas elevadas, ocasionou, provavelmente, danos fisiológicos de forma a atingir o embrião e causar a morte das sementes, consequentemente reduzindo o número de sementes germinadas. Comportamento similar foi observado por Oliveira (2008), que, ao avaliar a germinação de sementes de leucena, var. K-72, verificou que a imersão das sementes em água quente, provocou o aumento no número de sementes mortas, pois, temperaturas elevadas afetam negativamente os mecanismos fisiológicos das sementes e a viabilidade do embrião, atrasando a germinação e provocando a morte, respectivamente. Teles *et al.* (2000), avaliando métodos para superação da dormência em sementes de leucena, também verificaram que a imersão em água a 80 °C, reduziram a germinação das sementes com o aumento do tempo de imersão.

Os resultados obtidos permitem inferir que, quanto menor o tempo de escarificação térmica em água a 80 °C, menor é a taxa de quebra de dormência e, consequentemente, de germinação, porém o inverso também é verdadeiro, sementes imersas por muito tempo em água quente tendem a se deteriorarem mais rapidamente afetando assim a germinação. Isso implica no fato de que, o menor tempo de contato com a água quente causa menos danos ao tegumento, o que diminui a embebição e entrada de oxigênio, inviabilizando o processo germinativo.

4 CONCLUSÃO

O tratamento de escarificação com lixa foi o mais eficiente na superação de dormência em sementes leucena.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, M. N.; Pinto, K. D. A. J.; CARDOSO, A. D.; DUTRA, F. V.; QUEIROZ, G. B.; SÃO JOSÉ, A.R. Qualidade fisiológica de sementes de leucena. *In: OLIVEIRA, R. J. (org.). Engenharia Florestal: desafios, limites e potencialidade.* 1 ed. Guarujá: Científica Digital Ltda., 2020. p. 709-719.
- BAKEWELL-STONE, P. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **CABI Compendium**, fev. 2023.
- COSTA, J. N. M. N.; DURIGAN, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) (Fabaceae): invasora ou ruderal? **Árvore**, v. 34, n. 5, p. 825 - 833, 2010.
- COSTA, J. T.; FONSECA, I. C. B.; BIANCHINI, E. Population structure of the invasive species *Leucaena leucocephala* (Fabaceae) in a seasonal semi deciduous forest, southern Brazil. **Australian Journal of Botany**, v. 63, n. 7, p. 590-596, 2015.
- DHANDA, S.; CHAUHAN, B. S. Seed germination ecology of leucaena (*Leucaena leucocephala*) as influenced by various environmental parameters. **Weed Science**, v. 70, n. 3, p. 335-340, 2022.
- DIAS, C. R. G.; VINJUNJU, M.S.R.; SERROTE, C. M. L.; MUSSALAMA, A. Z. Métodos alternativos para superação de dormência em sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Thema**, v. 21, n. 1, p. 224-235, 2022.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p. 109-112, 2014.
- MARIANO, L. G.; SOMAVILLA, A.; DA SILVEIRA, A.G.; SALAMONI, A.T. Análise de superação de dormência de sementes de *Leucaena leucocephala* e desenvolvimento inicial de plântulas. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology**, v. 20, n. 1, p. 398-404, 2016.
- MARQUES, A. R.; COSTA, C. F.; ATMAN, A. P. F.; GARCIA, Q. S. Germination characteristics and seedbank of the alien species *Leucaena leucocephala* (Fabaceae) in Brazilian forest: ecological implications. **European Weed Research Society**, v. 54, p. 576-583, 2014.
- MATOS, A. C. B.; DE LIMA, E. E. B.; DA SILVA, L. J. Fisiologia da germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. sob diferentes temperaturas e tempos de exposição. **Revista árvore**, v. 39, n. 1, 2015.
- MENDONÇA, A. J. T.; SILVA, M. C. C.; BERTO, F. H. R.; GONDIM, A.; de MEDEIROS, M. N. V.; LINS, W. L. Superação de dormência em sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) com métodos físicos e químicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 3, p. 325-329, 2020.

MÜLLER, E. M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D. K.; BORTOLINI, M. F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 71, n. 3, p. 222-229, 2016.

OLIVEIRA, A. B. Germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), var. K-72. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 08, n. 02, p. 166-172, 2008.

OLIVEIRA, C. D. C.; MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Thinning enhances success of enrichment planting with selected tree species under a pure stand of *Leucaena leucocephala*. **Restoration Ecology**, p. e13985, 2023b.

SILVA, J. G.; da SILVA, W. M.; URQUIZA, M.V.S.; ZANATA, L. H. Qualidade fisiológica de sementes de *leucaena leucocephala* coletadas no pantanal sul-mato-grossense e submetidas a choque térmico em diferentes posições no solo. **Revista GeoPantanal**, v. 18, n. 34, p. 167-182, 2023.

TELES, M. M.; ALVES, A. A.; DE OLIVEIRA, J. C. G.; BEZERRA, A. M. E. Métodos para quebra da dormência em sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.)). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.387-391, 2000.

TORRES, V. S. *Leucaena leucocephala* (Lam.) e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan no contexto urbano da região metropolitana de Porto Alegre, RS. **Unisanta Bioscience**, vol. 8, no. 4, pp. 376-391, 2019.

CAPÍTULO 31

ACÚMULO DE MACRO E MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS DA ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) EM SISTEMA HIDROPÔNICO SOB INFLUÊNCIA DE SILÍCIO E SELÊNIO

Júlia Araujo Petreca   

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Brasil

Carlos Eduardo da Silva Oliveira   

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Brasil

Bruno Barbosa Ascoli   

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Brasil

Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho   

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.712 

Resumo: A alface é uma das hortaliças mais consumidas no mundo e é altamente recomendada pela medicina devido as suas inúmeras vantagens. A população em 2050 irá alcançar a casa de 9,5 bilhões de pessoas e para isso necessita-se de espaço para a produção de alimentos e neste contexto encaixa-se o cultivo hidropônico para solucionar este problema, podendo ter várias formulações alternativas dentre elas o uso de silício e selênio. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição desses elementos sob o acúmulo de nutrientes na alface hidropônica. O experimento foi realizado na cidade de Ilha Solteira na Faculdade de Engenharia, na UNESP, utilizando o sistema hidropônico NFT e conduzido em blocos casualizados, após vinte e nove dias foi colhido as alfaces, encaminhado para secagem e moídas para determinação de macro e micronutrientes. Com relação ao acúmulo de macro e micronutrientes os tratamentos que obtiveram destaque foi o tratamento controle e o tratamento usando selênio em conjunto com silício, o que pode concluir que o selênio prejudicou o acúmulo de nutrientes pela planta, porém no silício a toxicidade foi reduzida.

Palavras-chave: Elementos. Hidroponia. Hortaliça. Nutriente.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de alface é altamente recomendado pela medicina, devido seu baixo valor calórico, um alto teor de vitaminas e sais minerais, podendo ser consumido na forma crua, sendo uma das hortaliças mais consumidas pela população humana (Schemes; Rodrigues, 2015).

Segundo a FAO (2019), o mundo pode alcançar a população de 9,5 bilhões de pessoas em 2050. Ao analisarmos os quesitos do crescimento populacional e da falta de espaço para produção de alimentos para solucionar tal problema podemos nos beneficiar do uso do sistema hidropônico, onde é promissor ter uma maior produtividade num menor espaço, além de diminuir a incidência de pragas e doenças de solo (Oliveira, 2022).

Estudam-se várias formulações alternativas para incrementar a produção dessa hortaliça no sistema hidropônico, dentre estas a aplicação de silício (Si), o qual vem demonstrando potencial para reduzir danos de pragas e doenças (Galati *et al.*, 2015).

Lista-se o Selênio (Se) entre os 22 elementos minerais necessários à dieta humana por entrar na constituição de um conjunto de proteínas que participam significativamente no metabolismo humano. Dentre estas proteínas, podemos citar a glutatiónaperoxidase com função antioxidante e a iodotironinadeiodinase à qual é importante função no metabolismo do hormônio tireoidiano (Duntas; Benvenga, 2015). No mundo cerca de 1 bilhão de pessoas apresentam deficiência deste mineral (White, 2016), onde é basicamente incorporado à nutrição humana via produtos agrícolas (Joy *et al.*, 2015).

O objetivo deste trabalho foi identificar o efeito da adição de selênio e silício em solução nutritiva, no acúmulo de nutrientes e desenvolvimento da alface americana em sistema hidropônico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Engenharia, na UNESP, localizada na cidade de Ilha Solteira- SP, cujas coordenadas geográficas são (20°25'7" S 51°20'31" W), com uma altitude de 376 m, utilizando mudas de alface americana da cultivar Angelina (caracterizada pelo seu ciclo precoce) em cultivo hidropônico NFT com sombreamento de 30%, onde encontrava-se em estufa vegetal aberta, com duração de um mês de experimento no final do ano de 2022.

O experimento foi conduzido sob delineamento em blocos casualizados, utilizando sete repetições e três tratamentos (controle, selênio, silício+ selênio), totalizando vinte e uma plantas de alface. Foram usados como fontes de silício e selênio respectivamente, 0,5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de selenito de sódio e 84 mg/L de silicato de sódio.

Para inserir as unidades experimentais foram utilizadas bancadas individuais de 6m de comprimento com 10% de declividade, onde os canais de cultivo eram de PVC com sessão retangular de 8 cm de largura e 4 cm de altura com perfurações para alojar as plantas a cada 25 cm. Foi utilizada uma vazão de 1 L/min, onde cada bancada havia um sistema de bombeamento individual, onde a condutividade elétrica inicial foi de 1,3 dS/m aos 10 dias após o transplante foi reajustada para 1,5 dS/m e aos 20 dias foi reajustado para 1,7 dS/m.

A solução nutritiva foi composta pelos fertilizantes concentrados HidrogoodFert Nacional na dose de 0,666 g L⁻¹ indicada para todas as fases de desenvolvimento da cultura, com as seguintes concentrações de nutrientes (%): N: 10; P:9; K:28; S:4,3; Mg: 3,3; B:0,06; Cu: 0,01; Fe:1,09; Mn:0,05 Mo:0,07; Zn: 0,02; utilizando também o Nitrato de Cálcio na dose de (0,495 g L⁻¹) com as seguintes concentrações de nutrientes (%): 15,5 de N e 26,5 de Ca; também o HidrogoodFert Ferro EDDHA 6% na dose de 0,020 g L⁻¹. A aferição e correção de condutividade e pH foi realizado diariamente no período matutino, nesta ocasião a CE foi reajustada para cada bancada de cultivo com reposição se necessário dos fertilizantes. Para manter o pH entre 5,5 e 6,5, foi utilizado ácido fosfórico quando pH estava acima de 6,5, e hidróxido de sódio quando pH inferior a 5,5.

A alface foi colhida aos 29 dias após o transplante para as bancadas de hidroponia, em seguida o material foi encaminhado para secagem em estufa de ventilação de ar forçado a 65 °C por 72 horas, após a secagem, pesagem e a moagem dos materiais vegetais em moinho tipo Wiley, foram determinados de acordo com metodologia de Malavolta *et al.* (1997), as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas de alface. Os acúmulos dos nutrientes na parte aérea das plantas foram calculados com base nas respectivas massas secas e concentrações dos nutrientes nas folhas de alface. Como os dados de todas as variáveis apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas (Shapiro Wilk-Test, Levene-Test), foram submetidos à análise de variância. A significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo

teste F a 5% de probabilidade. Utilizou-se o teste de Tukey a 5% para comparação das médias das avaliações dos tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores acúmulos de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) foram observados no tratamento controle e também no tratamento onde o selênio foi aplicado em conjunto com o silício (Tabela 01). A adição do selênio prejudicou absorção e acúmulo de macronutrientes pela planta, porém com a adição do silício, foi reduzida a toxidez e promoveu maior adsorção de nutrientes.

Já em relação ao acúmulo de micronutrientes nas folhas de alface americana (Tabela 2), foi observado maiores acúmulos no tratamento usando a aplicação de Se + Si para Fe, Mn e Zn, porém sem diferença para os acúmulos de B e Cu obtidos no tratamento controle.

Tabela 1 – Acúmulo de macronutrientes nas folhas de alface americana em função da aplicação de selênio e silício. Ilha Solteira – SP.

Fontes de Nutrientes (mg/planta)	N	P	K	Ca	Mg	S
Controle	161,56 a	22,51a	302,12 a	76,06 a	24,31 a	9,36 a
Se	88,25 b	11,85 b	145,94 b	39,04 b	12,33 b	4,68 b
Si+ Se	143,74 a	22,45 a	248,12 a	70,59 a	25,57 a	10,29 a
DMS	44,73	6,36	100,98	21,58	8,43	3,03
Média geral	131,18	18,94	236,06	61,89	20,73	8,11
CV(%)	23,9	23,53	30,5	24,43	28,49	26,22

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, 2024.

Tabela 2-Acúmulo de micronutrientes nas folhas de alface americana em função da aplicação de selênio e silício. Ilha Solteira – SP.

Fontes de Nutrientes ($\mu\text{g/planta}$)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Controle	0,25 a	0,17 a	2,73 b	0,57 b	1,03 b
Se	0,06 b	0,10 b	2,30 b	0,20 b	0,26 c
Si+ Se	0,19 a	0,15 ab	6,03 a	1,10 a	1,53 a
DMS	0,11	0,06	1,87	0,42	0,43
Média geral	0,17	0,14	3,69	0,62	0,94
CV(%)	37,48	30,42	35,55	37,4	32,0

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, 2024.

Conforme Silva (2022), que utilizou um experimento de couve hidropônica, observou-se que o selênio não foi benéfico para a planta, e ao compararmos com este trabalho, podemos dizer que o comportamento se repetiu e até causou fitotoxicidade na alface hidropônica.

Segundo Caixeta (2018), o silício não provocou alterações nos teores de cálcio e potássio, porém houve uma mudança significativa no teor de magnésio. Porém ao compararmos com as condições realizadas em nosso trabalho, houve um efeito compensatório por parte do silício no tratamento em conjunto Si+Se, onde comparando esse mesmo tratamento com o tratamento controle, não houve diferença significativa, devido a essa tal compensação, já comparando ao selênio, houve uma diferença significativa devido à toxicidade, como explicada anteriormente.

Conforme o trabalho de Silva (2023), o selênio para a cultura do jambu foi benéfico, ocorrendo uma biofortificação da cultura, já com relação à alface hidropônica nas condições ambientais de Ilha Solteira o selênio, além de causar toxicidade, houve uma menor absorção de alguns nutrientes comparado aos demais tratamentos.

4 CONCLUSÃO

A aplicação de selênio na dose de $0,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ na forma selenito de sódio prejudicou o desenvolvimento da planta, absorção e acúmulo de nutrientes. Com a adição de Si esta toxidez causada pelo Se foi reduzida e possibilitou melhor nutrição, além de ter propiciado os maiores acúmulos de Fe, Mn e Zn.

Agradecimentos e financiamento

À UNESP campus de Ilha Solteira, ao Laboratório de nutrição de plantas, aos meus amigos que colegas que me auxiliaram nesta pesquisa, ao engenheiro agrônomo Me. Carlos Eduardo da Silva Oliveira e ao professor Doutor Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho.

REFERÊNCIAS

CAIXETA, V. M. **Eficiência da produção hidropônica das cultivares de alface fertilizada com diferentes doses de silício**. 2018. 1 v. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônoma, If goiano, Urutaí, 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2717>. Acesso em: 20 fev. 2024.

DUNTAS, L. H.; BENVENGA, S. **Selenium: anelement for life**. *Endocrine*, v.48, p.756-775, 2015.

WHITE, P. J. Selenium accumulation by plants. **Annals of Botany**, Oxford, v. 117, n.2, p. 213-235, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO.

FAO participa de fórum na semana da alimentação. Disponível em:

<http://www.fao.org.br/FAOpFSA.asp>. Acesso em: 13 de agosto de 2022.

GALATI, V. C.; GUIMARÃES, J. E. R.; MARQUES, K. M.; FERNANDES, J. D. R.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MATTIUZ, B. Aplicação de silício, em hidroponia, na conservação pós-colheita de alface americana “Lucy Brown” minimamente processada. **Ciência Rural**, v.45, n. 11, p 1932-1938, 2015.

OLIVEIRA, C. E. da S. **Hidroponia**. Ilha Solteira.

JOY, E. J. M; BROADLEY, M.R; YOUNG, S.D; BLACK, C.R; Chilimba, A.D.C; ANDER, E.L; BARLOW, T.S; WATTS, M.J. Soil type influences crop mineral composition in MALAWI. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 505, n.1, p. 587–595, 2015.

SCHEMES, C. M.; RODRIGUES, A. D. Prevalência de parasitos em alfaces de supermercados de uma cidade no sul do Brasil. **Revista Saúde - Ung-Ser**, v. 9, n. 3-4, p. 18-24, 2015.

Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/saude/article/view/2124/1646>. Acesso em: 19 fev. 2024.

SILVA, J. T. da S. **Biofortificação agrônômica de variedades de jambu (*Acmella oleracea*) submetidas a doses de selênio e zinco em cultivo hidropônico**. 2023. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1968>. Acesso em: 20 fev. 2024.

SILVA, P. F. da. **Cultivo de couve com selênio em hidroponia**. 2022. 1 v. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônoma, Unesp, Jaboticabal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/10fd90b0-eac7-4cb6-a3de-f21f12d81ad2>. Acesso em: 20 fev. 2024.

CAPÍTULO 32

DESAFIOS FITOSSANITÁRIOS NO CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATE: UM ESTUDO DE CASO EM CAPIM BRANCO, MINAS GERAIS

Paôla da Conceição Campos Malta   

Universidade Federal de São João Del Rei, Brasil

Letícia Nörnberg Maciel   

Universidade Federal do Rio Grande, Brasil

Leila de Castro Louback Ferraz   

Universidade Federal de São João Del Rei, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.713 

Resumo: O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil e desempenha um papel significativo na geração de emprego devido à grande mão de obra envolvida em sua produção. Considerada uma atividade de alto risco, a tomaticultura enfrenta desafios como a suscetibilidade a pragas e doenças, além da exigência de insumos específicos. Com esse estudo, avaliou-se os aspectos fitossanitários no cultivo orgânico de tomate na Fazenda Vista Alegre, em Capim Branco (Minas Gerais), com foco na variedade crioula Seriguela e nas cultivares Santa Clara, BRS Couto, BRS Nagai e BRS Montese. Os principais problemas identificados incluem doenças como mancha-de-estenfilio (*Stemphylium solani*), pinta-preta (*Alternaria* sp.) e talo-oco (*Erwinia* spp.), e insetos-pragas como percevejo-do-tomate (*Phthia picta*), percevejo - verde (*Nezara viridula*) e percevejo-marrom (*Euschistus heros*). A variedade Seriguela destacou-se por sua resiliência e capacidade de produzir frutos de forma contínua, mesmo sob ataques de pragas e doenças, sugerindo ser uma opção viável e adaptável para sistemas de produção orgânica.

Palavras-chave: Aspectos fitossanitários. *Solanum lycopersicum*. Produção orgânica.

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.), originário do Peru e introduzido no Brasil pelos portugueses (Murayama, 1983), é hoje um dos principais produtores mundiais (FAO, 2012). Essa dicotiledônea da família das solanáceas tem um caule flexível que necessita de suporte para seus frutos (Alvarenga, 2004). Seu ciclo biológico dura de quatro a sete meses, com uma fase de colheita de até três meses (Filgueira, 2008). O tomateiro se adapta bem a climas tropicais de altitude e temperados, com temperaturas ideais entre 21 °C e 24 °C. Extremos de temperatura são prejudiciais, assim como uma umidade relativa entre 50% e 70% é crucial para seu desenvolvimento (Alvarenga, 2004; Filgueira, 2005).

A cultura do tomate é frequentemente vista como uma atividade de grande risco, principalmente devido às diversas condições ambientais e métodos de cultivo utilizados, além da vulnerabilidade a pragas e doenças e ao alto consumo de insumos e serviços, o que resulta em gastos financeiros significativos por área cultivada (Loos *et al.*, 2008). No que tange aos tratamentos para proteção da planta, os custos relacionados ao uso de produtos químicos representam cerca de 30% das despesas totais de produção (Pinto, 2008).

No Brasil, o cultivo de tomate é essencial para o agronegócio, mas o cultivo orgânico enfrenta desafios, como a alta suscetibilidade a pragas e doenças (Marouelli *et al.*, 2012). O manejo orgânico requer o uso de cultivares resistentes e o desenvolvimento de alternativas ao controle químico, devido aos seus impactos ambientais e na saúde (Embrapa, 2012; Schallenberg *et al.*, 2008). Um dos grandes desafios a ser superado é encontrar cultivares que atendam aos requisitos da produtividade, qualidade e rentabilidade. As cultivares devem apresentar rusticidade, resistência a pragas e doenças e capacidade de produção em condições de uso de fertilizantes pouco solúveis (Embrapa, 2012).

A variedade crioula “Seriguela” é destacada por sua resistência a problemas fitossanitários e sua capacidade de produzir frutos pequenos e adocicados, mesmo fora da estação convencional. Cultivares como “BRS Montese” e “Santa Clara” também são valorizadas por suas resistências a doenças e qualidades desejáveis dos frutos (Embrapa, 2011; 2012). Neste trabalho buscou-se avaliar os aspectos fitossanitários de tomateiros orgânicos da variedade Seriguela e das cultivares Santa Clara, BRS Couto, BRS Nagai e BRS Montese, por meio de visitas semanais à Fazenda Vista Alegre localizada no município de Capim Branco-MG focando nos desafios fitossanitários enfrentados pela cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa em campo foi realizada na Fazenda Vista Alegre, localizada no município de Capim Branco, Minas Gerais. Implantada em 2011, a fazenda foi inicialmente certificada pela OCS (Organização de Controle Social) e posteriormente pelo IBD (Instituto Biodinâmico) e pelo IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária).

A identificação dos patógenos dos tomateiros foi realizada no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) a partir de análises de isolados de tomateiros com sintomas de doenças e também por meio dos aspectos das folhas e frutos com base na referência de Lopes e Ávila (2005). Para as análises em laboratório, as amostras eram recolhidas uma vez na semana, durante o período de avaliação de quatro semanas.

Na fazenda foram plantadas cinco variedades de tomateiro, sendo elas as cultivares BRS Couto, BRS Nagai e a BRS Montese, plantadas em uma área de 233,48 m², a cultivar Santa Clara plantada em uma área de 277,44 m² e os tomateiros da variedade Seriguela plantados em uma área de 379,76 m². As mudas foram produzidas no viveiro e o transplântio foi realizado 30 dias após a semeadura em cultivo não protegido.

Três dias antes do transplântio das mudas foi realizada a abertura das covas e adubação com aproximadamente 100 g de fosfato e 300 g de composto orgânico. Durante os três dias as covas foram molhadas por meio de gotejamento. A distância entre as covas era de 30 cm e entre as linhas o espaçamento possuía aproximadamente 1 m de distância. A área foi irrigada diariamente: em dias quentes, irrigada três vezes ao dia; e com temperaturas amenas, apenas uma vez no dia.

Na primeira semana do plantio, foi pulverizada nos tomateiros calda sulfocálcica na concentração de 1% para a proteção contra problemas fitossanitários. Na segunda semana, foi pulverizado urina de vaca e na terceira semana foi pulverizado o biofertilizante “Tinocão”, produzido com chorume de húmus, urina de vaca e restos vegetais, na intenção de dar maior resistência à planta. Passadas três semanas, foi realizada uma nova adubação, com 200 g de

composto orgânico. O manejo da adubação foi realizado de acordo com a necessidade da planta por meio da observação visual. Uma vez por mês, aplicou-se fertirrigação composta por esterco e chorume de húmus.

Com o crescimento das plantas foi realizado o amarrio com fitilho de polietileno para a condução destas. A desbrota foi realizada com o surgimento dos laterais nas axilas das folhas, realizando a quebra dos mesmos. Em casos de infestação de lagartas nos tomateiros foram aplicados os produtos Serenade® (*Bacillus subtilis* linhagem QST 713) e Dipel® (*Bacillus thuringiensis*, var. kurstaki, linhagem HD-1) duas vezes por semana próximo à base das plantas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o processo de avaliação, foram encontrados tomateiros prejudicados pelo ataque de insetos-pragas, doenças e por sintomas de deficiência nutricional. Nos tomateiros da variedade BRS Montese, foram identificados sintomas de deficiência de cálcio. Os sintomas iniciaram quando os frutos ainda estavam verdes, com o aparecimento de uma área encharcada e escura na região apical dos frutos (Figura 1).

Figura 1 - Podridão apical nos frutos de tomateiro BRS Montese, Fazenda Vista Alegre, Capim Branco – MG.



Fonte: Autores, 2015.

De acordo com a Embrapa (2012), a variedade BRS Montese exige maior atenção quanto ao fundo preto (deficiência de cálcio). Deve-se evitar o excesso de adubação nitrogenada e fazer o uso de cobertura morta. A principal causa atribuída à deficiência de cálcio é a insuficiência de água, mesmo que temporária, contribuindo de forma significativa o aparecimento do sintoma. Além disso, outros fatores como salinidade excessiva, danos nas raízes provocados por excesso de água, doenças ou insetos ou mesmo adubação excessiva com nitrogênio, podem ainda estar envolvidos na manifestação dos sintomas. Existem diferenças genéticas em relação à suscetibilidade à

podridão-apical em que cultivares de frutos alongados normalmente são as mais sensíveis (Embrapa, 2012). Foram encontrados frutos ainda verdes das cultivares BRS Montese e Santa Clara apresentando buracos na parte externa, caracterizado como lóculo aberto, sintoma causado por deficiência de boro (Figura 2).

Figura 2 - Lóculos abertos, sintoma característico de deficiência de Boro. Fazenda Vista Alegre, Capim Branco-MG



Fonte: Autores, 2015.

De acordo com a Embrapa (2011), a deficiência de boro é a principal causa do lóculo aberto. O sintoma é uma rachadura profunda no fruto, provocando uma grande deformação. A matéria orgânica é uma importante fonte de boro para o solo. Sob condições de seca a decomposição da matéria orgânica diminui, liberando menos boro para a solução do solo. Ao longo das avaliações foi observado com frequência a ocorrência de grande quantidade de percevejos atacando os frutos, folhas e caule. As espécies encontradas foram percevejo-do-tomate (*Phthia picta* Drury, 1770), percevejo-verde (*Nezara viridula* Linnaeus 1758) e o percevejo-marrom (*Euschistus heros* Fabricius, 1798) (Figura 3).

Figura 3 - Insetos da ordem Hemiptera: A) percevejo-do-tomate (*Phthia picta*); B) percevejo-verde (*Nezara viridula*); C) percevejo-marrom (*Euschistus heros*) na Fazenda Vista Alegre, Capim Branco - MG



Fonte: Autores, 2015.

O uso da irrigação por aspersão aumenta a sobrevivência e a dispersão de patógenos na lavoura devido a aplicação da água sobre a parte aérea dos tomateiros, enquanto os sistemas por gotejamento e por sulco favorecem doenças causadas por patógenos de solo (Lopes *et al.*, 2006). Por outro lado, segundo Lopes *et al.* (2006), a aspersão reduz a incidência de insetos-pragas, como de ácaros e traça-do-tomateiro e oídio, devido à ação mecânica das gotas. Dessa forma, muitos produtores orgânicos têm utilizado a irrigação por aspersão como forma de controlar algumas doenças e insetos-pragas, diferentemente de produtores de tomate tutorado em sistema convencional.

A limitação no controle de pragas e doenças, em detrimento dos sistemas orgânicos de produção de tomates, torna iminente o grande desafio do estabelecimento da cultura a céu aberto. Nesse sentido, o emprego de coberturas formadas por estrutura de polietileno, providos de tela anti-insetos nas laterais, viabilizam de forma técnica e econômica, o sistema orgânico de produção de tomates (Schallenberger *et al.*, 2011).

Conforme com Souza *et al.* (2010), muitas vezes, os insetos, ácaros, vírus e bactérias estão presentes no cultivo orgânico de tomate, mas não chegam a comprometer a produção e, dessa forma, não há a necessidade de usar técnicas para seu controle. Esse fato se deve à ação dos inimigos naturais que ocorrem em maior número no sistema de cultivo protegido orgânico, devido à ausência do uso de inseticidas. Nos tomateiros da variedade Seriguela foi identificado nas folhas sintomas de Mancha-de-estenfílio, caracterizada por manchas pequenas, escuras e angulares; e também sintomas de pinta-preta, caracterizada por manchas escuras, grandes, circulares com anéis concêntricos nas folhas e no pedúnculo do fruto (Figura 4).

Figura 4 - A) mancha-de-estenfílio; B) pinta-preta em folhas dos tomateiros; C) sintoma de pinta-preta no fruto do tomateiro da variedade Seriguela na Fazenda Vista Alegre, Capim Branco - MG



Fonte: Autores, 2015.

A pinta-preta ocorre em todas as regiões onde o tomate é cultivado. Em condições de alta umidade e temperaturas entre 25°C e 30°C, observa-se maior incidência da doença (Jones *et al.*, 1991; Zambolim *et al.*, 2000). Caso não controlada, adequadamente, pode causar destruição foliar severa, acarretando na queima dos frutos pelo sol, redução do número, tamanho e qualidade dos mesmos (Jones *et al.*, 1991; Zambolim *et al.*, 2000). Conídios são disseminados principalmente pelo vento e por insetos, sementes, trabalhadores e implementos agrícolas, permanecendo viáveis por longo período de tempo em restos de cultura. (Makishima; Miranda, 1992). Frutos ainda verdes das cultivares BRS Montese, BRS Couto e BRS Nagai foram encontrados com podridão mole, caracterizada por aspecto aquoso e escuro nos frutos (Figura 5).

Figura 5 - Frutos das Cultivares BRS Couto (A) e BRS Nagai (B) com podridão mole na Fazenda Vista Alegre, Capim Branco - MG



Fonte: Autores, 2015.

O complexo bacteriano associado com o apodrecimento mole de órgãos suculentos das plantas sobrevive no solo e provoca maiores danos sob alta temperatura e alta umidade do solo e do ar. Por esse motivo, o apodrecimento é mais problemático durante os meses de verão. A infecção bacteriana ocorre por ferimentos de qualquer natureza, como a desbrota, dano causado por inseto, poda e amarrão. Os sintomas são caracterizados pelo apodrecimento da medula, a partir de ferimentos do caule, tornando-o oco (Embrapa, 2012).

Com o amadurecimento dos frutos da área contendo as cultivares BRS Montese, BRS Couto e BRS Nagai, o proprietário da fazenda optou pelo abandono da área, visto que os problemas fitossanitários dos tomateiros estavam se agravando e afetando os lucros da fazenda. Em seguida realizaram a limpeza da área, disponibilizando-a para o plantio de outra cultura. Na área com a cultivar Santa Clara foram encontrados vários tomateiros com sintomas de talo oco, frutos com sintomas de lóculo aberto e de escaldadura de sol. Diante desses resultados, observa-se a

importância do cultivo protegido, sendo considerado como uma eficiente ferramenta para a superação de adversidades climáticas, onde podem ser obtidos valores de produção comercial similares aos do cultivo sob condições de campo e até superior produtividade (Caliman *et. al.*, 2005).

4 CONCLUSÃO

Quanto aos aspectos fitossanitários visualizados no campo, conclui-se que a produção de tomate orgânico é desafiadora, considerando a ampla variedade de doenças e insetos que atacam a cultura. As cultivares Santa Clara, BRS Couto, BRS Nagai e BRS Montese foram muito susceptíveis a pragas e doenças, possuindo baixo rendimento na produção de frutos. Estas cultivares também demonstraram susceptibilidade quanto à deficiência de alguns nutrientes no solo, expressando nos frutos a deficiência de boro em algumas cultivares e a de cálcio no caso da BRS Montese. A variedade Seriguela atingiu uma boa produtividade durante o período em que foi avaliado, devido à sua tolerância e pela boa produção fora da época de cultivo.

Dessa forma, baseando-se nos resultados aqui obtidos, a variedade de tomate Seriguela se mostrou notavelmente resiliente em condições de cultivo orgânico, enfrentando problemas fitossanitários com maior sucesso quando comparada às cultivares testadas. A variedade Seriguela também produz frutos fora da época tradicional de cultivo, o que pode ser vantajoso para os produtores em termos de mercado e preços.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2004.

EMBRAPA. **Tomate BRS Montese**. Embrapa Hortaliças, 2012. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/tomate_ors_montese.html. Acesso em: 5 nov. 2015.

EMBRAPA. **Tomate BRS Nagai**. Embrapa Hortaliças, 2011. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/tomate_ors_nagai.html. Acesso em: 5 nov. 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005. 412 p.

LOOS, R. A. *et al.* Identificação e quantificação dos componentes de perdas de produção do tomateiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, Brasília, p. 281-286, 2008.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 152 p.

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

MARQUELLI, W. A. *et al.* Avaliação de sistemas de irrigação e estratégias de manejo na produção orgânica de tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 5725-5732, 2012.

PINTO, A. S. Arsenal biológico: Controle biológico do tomateiro. **Cultivar Hortaliças e Frutas: Infestação negra**, n. 49, p. 25-27, 2008.

SOUZA, J. L. **Sistema orgânico de produção de tomate. In: Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca.** Tomate. Vitória, ES: Incaper, 2010.

ZAMBOLIM, L. *et al.* **Controle de doenças de plantas: hortaliças.** Viçosa: Editora UFV, 2000.

CAPÍTULO 33

SENSIBILIDADE DAS CULTIVARES DE FEIJÃO-COMUM, PÉROLA, RIQUEZA E POTÊNCIA, ÀS RAÇAS 81 E 73 DE *Colletotrichum* *lindemuthianum*

Thais Carla Dal Bello   

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Brasil

Egabrieli Garbin   

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Brasil

Pedro Boff   

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Epagri Lages, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.714 

Resumo: O cultivo comercial do feijão é altamente vulnerável a fipatógenos, com destaque a *Colletotrichum lindemuthianum*, agente causal da antracnose. Por outro lado, a forma mais eficaz e econômica de manejo é pelo uso de cultivares resistentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil de sensibilidade das cultivares BRS Pérola, SCS205 Riqueza e SCS206 Potência às raças 81 e 73 de *C. lindemuthianum*. Experimentos foram realizados na Epagri Lages/SC em delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições. As raças 81 e 73 foram inoculadas, em plantas com 10 dias, através de suspensão de esporos em 4×10^5 conídios mL⁻¹. A severidade da doença foi avaliada através de notas de proporção de área foliar lesionada. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% no software R. A cultivar SCS205 Riqueza apresentou menores valores de severidade exposta à raça 73, o que pode indicar maior grau de resistência à mesma. SCS206 Potência e BRS Pérola foram estatisticamente iguais e apresentaram maiores médias de severidade quando comparadas com a SCS205 Riqueza. Nenhum das cultivares diferiram entre si quanto à reação à raça 81. Cultivares comerciais de feijoeiro apresentam diferentes perfis de sensibilidade quanto expostas às raças 81 e 73 de *C. lindemuthianum*.

Palavras-chave: Antracnose. Manejo de Doenças. Resistência.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking de países produtores de feijão, com produção média anual de 2.915 ton., sendo a Índia o maior produtor, com mais de 6.220 mil t (FAOSTAT, 2018). No Brasil, o feijão, apresenta área cultivada de 2.945,9 mil hectares, onde a maioria dessas áreas estão localizadas na Região Sul do Brasil (CONAB, 2020).

O cultivo do feijoeiro tem mostrado dificuldades de expansão, quer seja pelos aspectos econômicos ou pelas restrições de manejo no campo. Assegurar o abastecimento brasileiro, que lhe ofereça quantidade, qualidade e preços acessíveis, implica no desenvolvimento de sistemas de cultivo produtivos, mas também de baixo custo e que promovam sustentabilidade socioambiental (Wendland *et al.*, 2016). A vulnerabilidade das cultivares comerciais aos fatores climáticos de alta umidade e temperaturas favorecem a ocorrência de doenças causadas por mais de 45 patógenos (Wendland *et al.*, 2016). Dentre esses patógenos, destaca-se a antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* Saccardo & Magnus.

A antracnose ocorre em diversas épocas de plantio com significativo impacto na redução da produtividade do feijoeiro (Garcia *et al.*, 2007). Nas sementes, os sintomas se manifestam por manchas empardecidas e deprimidas, mais facilmente percebida em sementes com tegumento claro. Nas folhas, os sintomas aparecem como manchas escuras que se estendem pelas nervuras, inicialmente na parte dorsal das folhas. Nas hastes, a doença mostra-se com lesões escuras, formando depressões em estágios mais desenvolvidos do fungo (Rey; Lima; Pierobom, 2009). O fungo sobrevive em restos culturais e sementes contaminadas. Essas principais vias de sobrevivência e disseminação podem servir, também, como fonte de inóculo para infecções primárias em novos ciclos de cultivo (Migliorini *et al.*, 2017).

A utilização de cultivares resistentes é a forma mais eficaz e economicamente viável para o controle da antracnose. Atualmente, já foram identificados 14 genes e quatro séries alélicas que conferem resistência à antracnose no feijoeiro comum, sendo o alelo *Co-4²* o mais reconhecido, devido à sua ampla base genética de resistência. Mesmo assim, a durabilidade da resistência genética tem sido dificultada devido à grande variabilidade genética do fungo *C. lindemuthianum*.

Estima-se que existam mais de 298 raças do fungo distribuídas em 29 países, sendo que no Brasil há o predomínio das raças 65, 73 e 81 (Nunes *et al.*, 2021). Embora, alguns estudos demonstrem certa variabilidade genética dentro das raças 65, 73 e 81 (Ishikawa; Ramalho; Souza, 2011; Ishikawa *et al.*, 2012). A ampla variabilidade de *C. lindemuthianum* ocasiona contínuas quebras de resistência nas cultivares comerciais de feijoeiro-comum. Isso porque, muitas variedades apresentam um único gene de resistência, gene este, que confere resistência apenas a algumas raças do patógeno, sendo facilmente quebrada com o aparecimento de novas raças (Mahuku; Riasco, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil de sensibilidade das cultivares BRS Pérola, SCS205 Riqueza e SCS206 Potência frente às raças 81 e 73 de *Colletotrichum lindemuthianum*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Experimentos foram realizados na Estação Experimental da Epagri de Lages/SC em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. O experimento para verificação da sensibilidade das cultivares frente à raça 73 de *Colletotrichum lindemuthianum* foi realizado no período de 04/03/2024 a 25/03/2024. Enquanto que o experimento para verificação da sensibilidade das cultivares à raça 81 de *C. Lindemuthianum* foi realizado no período de 15/04/2024 a 06/05/2024. As cultivares BRS Pérola e SCS205 Riqueza, feijão tipo carioca, e SCS206 Potência, feijão tipo preto, foram utilizadas em ambos os experimentos e foram semeadas em bandejas de plástico contendo substrato comercial Maxfertil[®]. Foram semeadas 8 sementes de cada cultivar. Dez dias após a semeadura, as plantas foram inoculadas através da suspensão de esporos com 4×10^5 conídios mL⁻¹. Após a inoculação do patógeno, as plantas foram cobertas com embalagens plásticas por 48 horas com intuito de reproduzir uma câmara úmida e propiciar o desenvolvimento da doença.

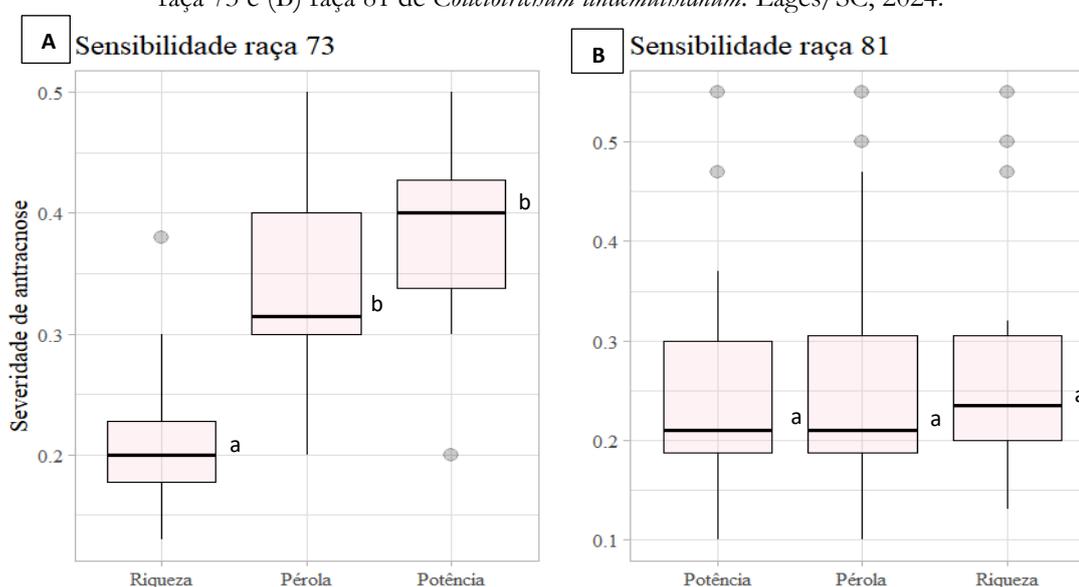
As avaliações constaram de duas estimativas de severidade da antracnose para cada experimento, em intervalos de 4 dias após o aparecimento dos primeiros sintomas. As avaliações consistiram-se por notas da proporção de área foliar lesionada, com auxílio de escala diagramática proposta por Dalla Pria (2003), com notas variando de 1 a 100%, dependendo do grau de severidade da folha.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) com o auxílio do programa estatístico R versão 4.3.2 (R CORE TEAM, 2024), utilizando-se o pacote EasyAnova (Cruz *et al.*, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar SCS205 Riqueza apresentou os menores valores de severidade à raça 73 (0,21), o que indica maior grau de resistência à mesma. As cultivares SCS206 Potência e BRS Pérola apresentaram maiores médias de severidade e foram consideradas estatisticamente iguais, com valores de 0,39 e 0,34, respectivamente (Figura 1A). As mesmas cultivares, quando inoculadas com a raça 81 de *C. lindemuthianum*, demonstraram comportamento diferente quanto ao grau de resistência/suscetibilidade. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as cultivares SCS206 Potência, BRS Pérola e SCS205 Riqueza frente à raça 81 de *C. lindemuthianum* (Figura 1B).

Figura 1 – Perfil de sensibilidade das cultivares SCS205 Riqueza, BRS Pérola e SCS206 Potência à (A) raça 73 e (B) raça 81 de *Colletotrichum lindemuthianum*. Lages/SC, 2024.

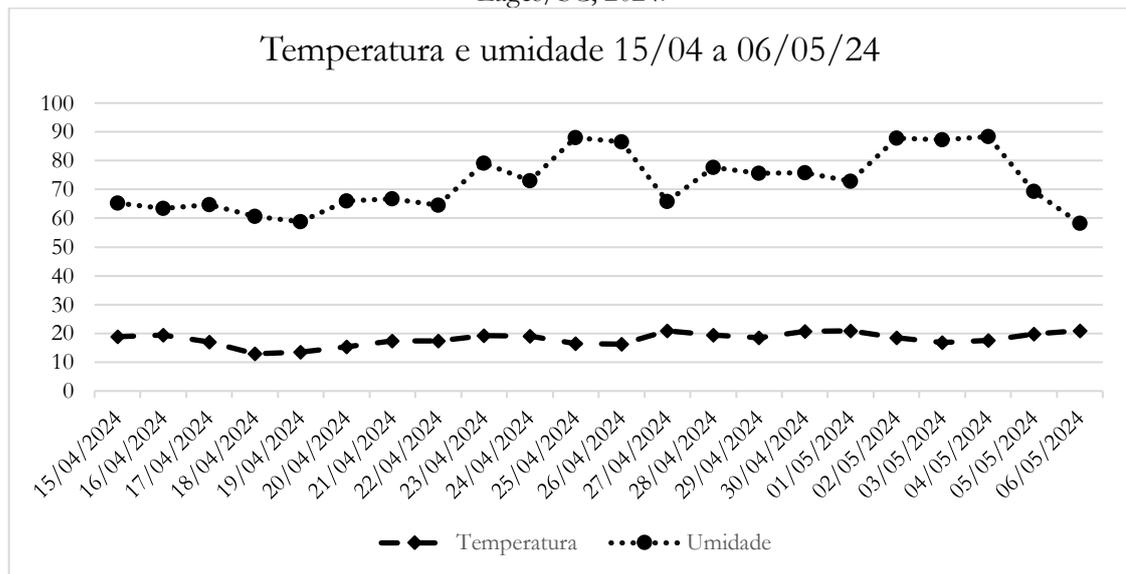


Fonte: Autores, 2024.

Os resultados obtidos quanto ao perfil de sensibilidade das cultivares frente à raça 73 vão ao encontro com dados da literatura, porém, o mesmo não ocorre com os resultados obtidos quanto ao perfil de sensibilidade das cultivares à raça 81. Kavalco *et al.* (2017) classificam a cultivar SCS205 Riqueza como sendo resistente à raça 73 e suscetível à raça 81. A cultivar BRS Pérola é classificada como suscetível às principais raças de *C. lindemuthianum* (Melo *et al.*, 2006). E ainda, Kavalco *et al.* (2022) classificam a cultivar SCS206 Potência como moderadamente resistente às raças 73 e 81.

As diferenças observadas entre a literatura e os resultados obtidos quanto à sensibilidade das cultivares à raça 81 podem ser explicadas devido às condições ambientais durante o período de condução dos experimentos, principalmente, quanto aos fatores de temperatura e umidade. A temperatura e umidade na superfície da planta são os fatores ambientais que afetam mais intensamente o início e o progresso de doenças infecciosas em plantas, sendo fundamentais para no desenvolvimento de suas epidemias (Marcuzzo; Duffeck, 2016). Segundo a literatura, a média de temperatura para desenvolvimento de *Colletotrichum lindemuthianum* é de 13 a 27 °C, com temperatura ótima em 17 °C e umidade relativa acima de 91% (Pria *et al.*, 2003). Temperaturas superiores a 30 °C e/ou inferiores a 13 °C são limitantes tanto à infecção quanto ao crescimento e desenvolvimento do patógeno (Oliveira, 2011). As médias de temperatura e umidade no momento de inoculação desse patógeno, durante o período de 15/04/2024 a 06/05/2024, foram de 17,45 °C e 66,68%, respectivamente. Isto indica menor valor de umidade do que o considerado ótimo para o desenvolvimento do patógeno (Figura 2), o que poderia explicar a discrepância entre os resultados obtidos neste experimento e os descritos na literatura para a raça 81.

Figura 2 – Médias de temperatura (°C), umidade (%) no período de 15/04/2024 a 06/05/2024. Lages/SC, 2024.

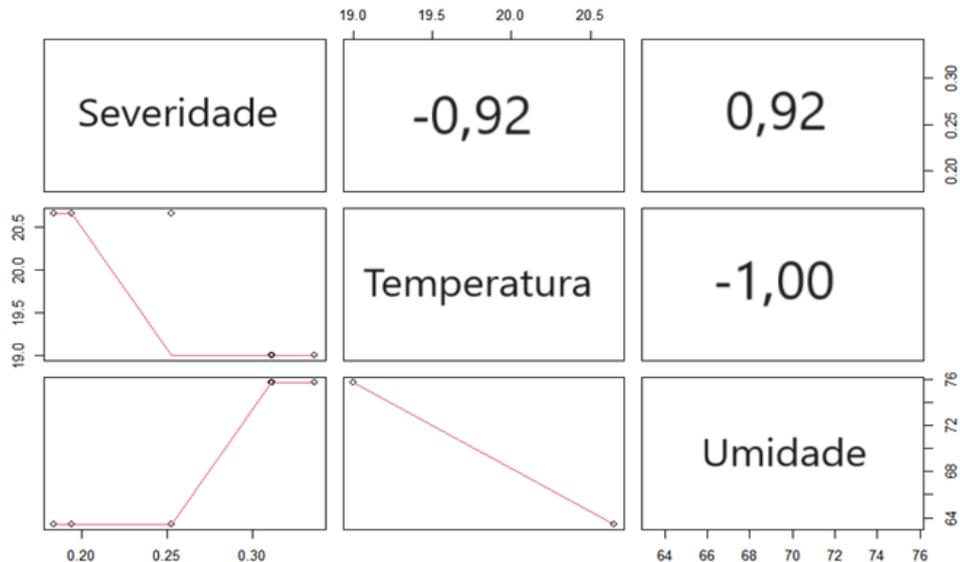


Fonte: INMET (2024).

Para tentar compreender a relação entre condições ambientais e o desenvolvimento do patógeno, realizou-se análise de correlação entre temperatura, umidade e proporção de severidade de antracnose no período de 15/04/2024 a 06/05/2024 (Figura 3). Observou-se alta correlação negativa entre severidade e temperatura (-0,92), o que indica que há tendência de que quando a temperatura diminui a severidade de antracnose aumenta. No momento da primeira avaliação da doença, a média de temperatura foi de 20,5 °C, enquanto que na segunda avaliação a temperatura

foi de 19,0 °C. Da mesma forma, foi possível observar acréscimo de proporção de área foliar lesionada entre a primeira e segunda avaliação. Ainda, verifica-se alta correlação positiva entre umidade e severidade (0,92), indicando que existe a tendência de que com o aumentar da umidade, também se aumentam os níveis de severidade da doença (Figura 3).

Figura 3 – Correlação entre temperatura (°C), umidade (%) e severidade de antracnose calculada para as cultivares avaliadas no período de 15/04/2024 a 06/05/2024. Lages/SC, 2024.



Fonte: Autores, 2024.

Os resultados encontrados através da análise de correlação vão ao encontro da descrição elaborada por Pria *et al.* (2003) quanto às condições ótimas de desenvolvimento do patógeno. Os autores relatam que a temperatura ótima de crescimento do fungo *C. lindemuthianum* é de 17 °C, o que pode explicar os resultados obtidos neste trabalho, onde houve aumento da severidade da doença com a diminuição da temperatura. Além disso, os resultados encontrados quanto à correlação entre umidade relativa e severidade, corroboram quanto à descrição dos autores que relatam a necessidade de umidade para o desenvolvimento do patógeno.

Vale ressaltar que, cada ambiente distinto compreende todos os fatores que não sejam de origem genética, mas que interferem de alguma forma no desenvolvimento das plantas e dos patógenos (Oliveira, 2011). Segundo Rocha *et al.* (2010), as diferenças ambientais promovem comportamento diferenciado das linhagens, sugerindo que o fenótipo seja, portanto, resultado do genótipo, das condições ambientais e da interação genótipo x ambiente.

4 CONCLUSÃO

As cultivares SCS205 Riqueza, SCS206 Potência e BRS Pérola apresentam respostas distintas quando expostas a diferentes raças de *Colletotrichum lindemuthianum*. Esse fator atrelado à alta variabilidade genética do patógeno reforça a necessidade de estudos com utilização das variedades comerciais de feijão disponíveis no mercado em combinação a diferentes raças do patógeno que predominam no período de cultivo.

REFERÊNCIAS

CONAB - **Companhia Nacional De Abastecimento**. 2022. Levantamento da safra brasileira de grãos 2022. Disponível em: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/conjuntura-economica/agricola/2022/2022-08-10_levantamento-de-safras_conab-9.pdf. Acesso em: 01 set. 2022.

DALLA PRIA, M.; SILVA, O. C. **Cultura do Feijão: Doenças e controle**. Editora UEPG. 2018. Disponível em: <https://arquivosbrasil.blob.core.windows.net/insulas/anexos/cultura-do-feijao-486960.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FAOSTAT. **Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de feijão** (2018). Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 26 out 2021.

GARCIA, A.; SOUZA, P. E.; POZZA, E.A.; SANTOS, F.S. Influência das variáveis ambientais no progresso da antracnose do feijoeiro e eficiência de tiofanato metílico + clorotalonil no controle da doença. **Ciência Agroveterinária**, v. 31, n.6, p. 1709-1715, 2007.

ISHIKAWA, F. H. *et al.* Investigating variability within race 81 of *Colletotrichum lindemuthianum* strains from Brazil. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 55, p. 141-142, 2012.

ISHIKAWA, F. H.; RAMANHO, M.A.P; SOUZA, E.A. Common bean lines as potential differential cultivars for race 65 of *Colletotrichum lindemuthianum*. **Journal of Plant Pathology**, v. 93, n. 2, p. 461-464, 2011.

KAVALCO, S. A. F.; NICKNICH, W.; CANALE, M.C. SCS206 Potência: high-yield and anthracnose-resistant black bean cultivar with superior adaptability and stability for Southern Brazil. **Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p.40-44, 2022.

KAVALCO, S.A.F.; NICKNICH, W.; HÖFS, A.; HEMP, S.; VOGT, G.A.; BACKES, R. SCS205 Riqueza: Carioca common bean cultivar for Southern Brazil. **Agropecuária Catarinense**, v. 30, n. 1, p. 48-51, 2017.

MAHUKU, G. S.; RIASCOS, J. J. Virulence and molecular diversity within *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from Andean and mesoamerican bean varieties and regions. **European Journal of Plant Pathology**, v. 110, n. 253-263, 2004.

MARCUZZO, L. L.; DUFFECK, M.R. Influência da temperatura e da duração do molhamento foliar na severidade do míldio da cebola. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 369-371, 2016.

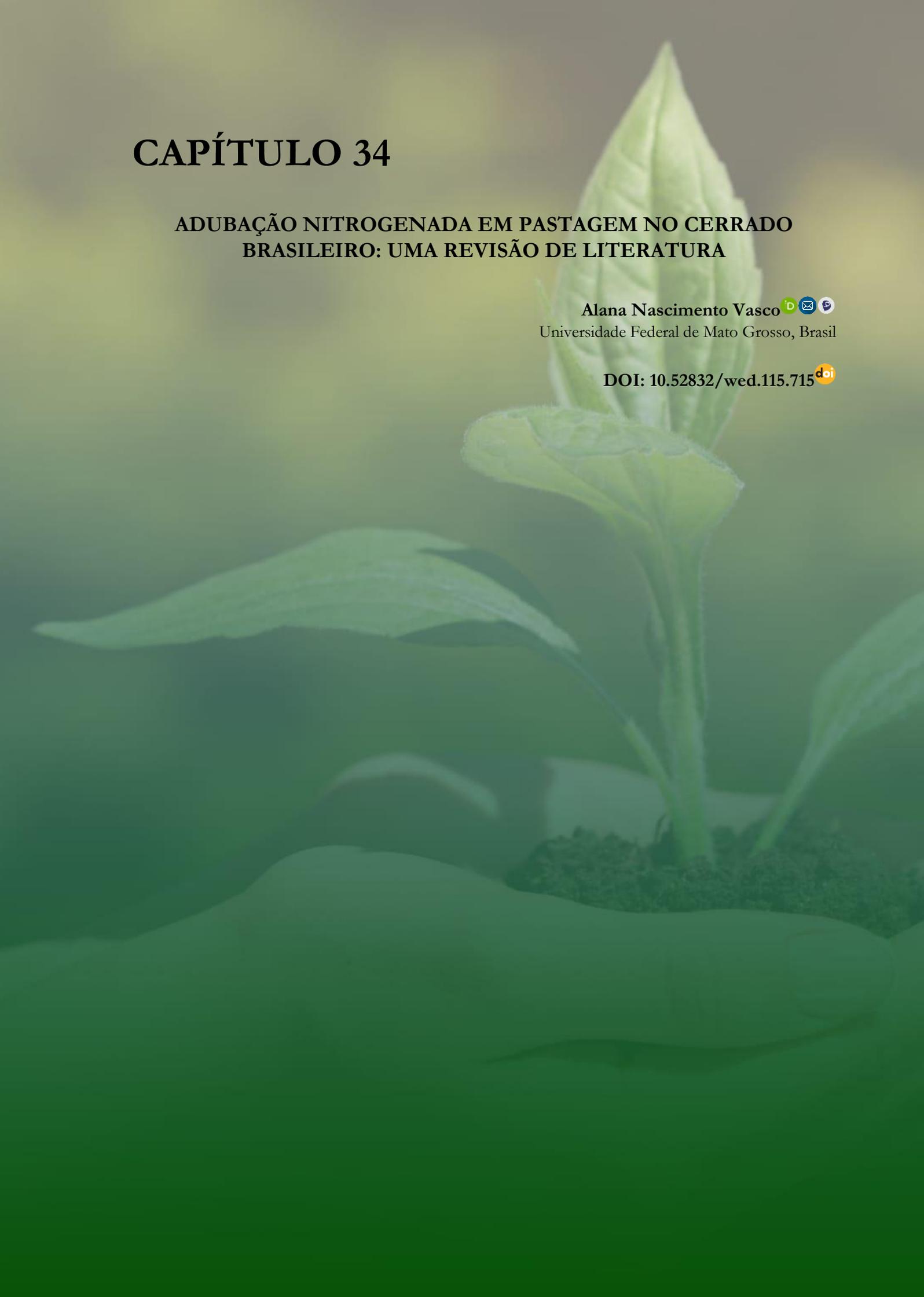
- MELO, C.L.P.; CARNEIRO, J.E.S.; CARNEIRO, P.C.S.; CRUZ, C.D.; BARROS, E.G.; MOREIRA, M.A. Linhagens de feijão do cruzamento “Ouro Negro” x “Pérola” com características agronômicas favoráveis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1593-1598, 2006.
- MIGLIORINI, P.; DORNELES, K.R.; RODRIGUES, G.F.; PAULA, G.; TUNES, L.V.M. Métodos de inoculação de *Colletotrichum lindemuthianum* em sementes de feijão e danos em plântulas. **Biotemas**, v. 30, n. 1, p. 37-43, 2007.
- NUNES, M.P.B.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; MARTINS, V.S.R.; XAVIER, L.F.S.; VALENTINI, G.; BISNETA, M.V.; FILHO, P.S.V. Relationship of *Colletotrichum lindemuthianum* races and resistance loci in the *Phaseolus vulgaris* L. **Genome. Crop Science**, v. 61, 3877-3893, 2021.
- OLIVEIRA, H.V. **Ganho genético e reação à antracnose em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2011, 72 f. Dissertação. Universidade Estadual de Maringá. Pós-Graduação em Agronomia. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1250/1/000193591.pdf>. Acesso em: 08 maio 2024.
- PRIA, D.M.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Quantificação de componentes monocíclicos da antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**. v. 28, n. 4, p.401-407, 2003.
- REY, M.S.; LIMA, N.B.; PIEROBOM, C.R. Transmissão semente-plântula de *Colletotrichum lindemuthianum* em feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Arquivos Instituto Biológico**, v.76, n. 3, p. 465-470, 2009.
- ROCHA, V.P.C.; MODA-CIRINO, V.; DESTRO, D.; FONSECA JÚNIOR, N.; PRETE, C.E.C. Adaptabilidade e estabilidade da característica produtividade de grãos dos grupos comerciais carioca e preto de feijão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 39-53, 2010.
- WENDLAND, A. *et al.* Manual de identificação das principais doenças do feijoeiro-comum. 2018, 48 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1102266>. Acesso em: 26 out 2021.

CAPÍTULO 34

ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGEM NO CERRADO BRASILEIRO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Alana Nascimento Vasco   
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.715 



Resumo: O Cerrado destaca-se como uma das principais regiões produtoras do país, caracterizando-se por solos de baixa fertilidade devido ao seu processo de formação e fatores de intemperização. Um dos elementos que interfere diretamente na produtividade é a adequação do manejo do sistema de criação, sendo predominantemente utilizado o manejo extensivo a pasto. A manutenção adequada da fertilidade do solo é essencial, especialmente em relação a adubos nitrogenados, uma vez que a baixa disponibilidade de nitrogênio pode impactar negativamente o desenvolvimento das plantas e limitar seu potencial produtivo. O nitrogênio, elemento complexo e dinâmico, possui alta movimentação em profundidade, transforma-se em formas gasosas e se perde por volatilização e tem baixo efeito residual. Dessa forma, desempenha papel vital. Nas extensas áreas de Cerrado, as braquiárias são as principais forrageiras cultivadas. Diante desse cenário, com esse estudo foi realizada uma revisão bibliográfica para identificar as principais doses de adubação empregadas em pastagens, visando compreender sua eficiência no contexto do desenvolvimento vegetal.

Palavras-chave: Forragicultura. Manejo a pasto. Nitrogênio.

1 INTRODUÇÃO

O desempenho da agricultura brasileira nas últimas quatro décadas reflete, em grande medida, o extraordinário desenvolvimento desse setor no Cerrado, ilustrando a importância do domínio fitogeográfico para a economia do país e para a segurança alimentar global (Santana *et al.*, 2020). Apesar desse reconhecimento, é crucial ressaltar que os solos do Cerrado são conhecidos por sua fertilidade naturalmente baixa, apresentando-se como um dos principais desafios enfrentados pelos produtores rurais na busca pela melhoria da fertilidade do solo e, conseqüentemente, pela otimização da eficiência produtiva.

A pecuária de corte baseada em pasto é uma das maiores vantagens competitivas da carne bovina brasileira, pois permite a “conversão” de capim em proteína nobre a custos relativamente baixos, se comparados a sistemas fortemente dependentes de insumos, aqui e em outros países (Deblitz, 2021). Assim, a manutenção dos níveis ideais de fertilidade do solo é crucial para alcançar resultados satisfatórios, sendo o nitrogênio um dos elementos essenciais para o manejo adequado que preserva a fertilidade do solo e estabelece condições propícias para o desenvolvimento das plantas (Aguir, 2001). De acordo com Premazzi e Miguel (2017) o nitrogênio atua em muitas vias celulares importantes como constituinte da clorofila, aminoácidos, ácidos nucleicos, enzimas, proteínas e compostos osmoprotetores.

O nitrogênio (N_2) é um nutriente fundamental para o crescimento e desenvolvimento da planta, atuando diretamente na fotossíntese. Apesar de o N_2 constituir 78% dos gases atmosféricos, as plantas não conseguem utilizá-lo diretamente como nutriente (Miranda; Marriel; Oliveira-Paiva, 2023). Desse modo, o nitrogênio emerge como um dos fatores mais limitantes para a produtividade, apesar de sua abundância no ar e no solo, seja na forma de compostos orgânicos ou

mineral (amônio e nitrato). É importante destacar, entretanto, que o seu suprimento é finito e pode ser esgotado rapidamente.

O reservatório de nitrogênio no solo é limitado, o nutriente é altamente suscetível a perdas pela rápida decomposição de matéria orgânica. A contribuição da fixação biológica também é modesta, estimada em apenas 10% das entradas totais de N₂ na Terra. Com isso, a baixa disponibilidade de N₂ pode afetar o desenvolvimento da raiz, a produção de fotoassimilados e a taxa de crescimento como um todo, podendo alterar as características estruturais das plantas (Gimenes *et al.*, 2017).

Os fertilizantes nitrogenados, quase em sua totalidade resultantes de síntese química, representam a forma assimilada com maior rapidez pelas plantas, mas em geral, um custo elevado, o custo energético para síntese química (Mercante *et al.*, 2023). Nesse sentido é necessário desenvolver métodos alternativos para reduzir as perdas e maximizar o uso de fertilizantes nitrogenados, principalmente em protocolos práticos desenvolvidos em campo. Diante desse cenário, esse estudo foi realizado com o objetivo de identificar as principais doses de adubação empregadas em pastagens, visando compreender sua eficiência no contexto do desenvolvimento vegetal. Assim, buscou-se entender as principais obras que trabalham com doses nitrogenadas em pastagens, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Hochst. ex A.Rich.), *Brachiaria brizantha* cv. Piatã (Hochst. ex A.Rich.), *Panicum maximum* cv. Mombaça (Hochst. ex A.Rich.) e *Panicum maximum* cv. Tanzânia (Hochst. ex A.Rich.) no Cerrado brasileiro a partir de uma revisão de literatura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada para a elaboração desse trabalho é a revisão de literatura, que tem por finalidade reapresentar os principais estudos quanto a aplicação de doses de N₂. A literatura utilizada consistiu em artigos científicos selecionados em bases de dados nacionais e internacionais, dissertações de mestrado, teses de doutorado, além de publicações que foram apresentadas em congressos e simpósios.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na pecuária se estabelecem relações complexas, de forma direta e indireta, entre os animais, as plantas e o sistema edáfico (Volk; Trindade, 2023). A adubação aliada ao manejo adequado visa intensificar o sistema de pastejo, proporcionando o incremento da produção de forragem, que acarreta no aumento da produção por hectare das pastagens tropicais (Santos; Fonseca, 2016). As braquiárias (*Brachiaria* spp.) são os principais capins utilizados na pecuária brasileira pela tolerância a solos ácidos e com baixo teor de nutrientes. Esta característica é importante, visto que o Latossolo

é a principal classe de solo no Brasil e caracteriza-se pela baixa saturação por bases e elevada saturação por alumínio (Costa; Oliveira; Faquin, 2006; Santos *et al.*, 2018).

O capim-marandu é a forrageira mais plantada no Brasil, com aproximadamente 50 milhões de hectares de área plantada (Leite *et al.*, 2018). Esta espécie possui alto rendimento de forragem (aproximadamente 50 toneladas de massa verde por hectares de terra ao ano) e boa adaptação aos solos e condições climáticas tropicais (Rodrigues *et al.*, 2017). O capim-marandu é muito indicado para bovinos na fase de cria, recria e engorda, sendo bem aceito por ovinos, caprinos e bubalinos também. É muito usado na produção de feno e de silagem (Caminha *et al.*, 2010; Embrapa, 2024a).

O capim-mombaça (*Panicum maximum* cv.) quando submetidos a frequentes cortes, possui alto vigor de rebrota em virtude das elevadas taxas de alongamento de folhas, aumento na produção de biomassa e, conseqüentemente, o aparecimento de novos perfilhos basais (Jank, 2010). São espécies exigentes em fertilidade do solo, portanto, ao optar por esta cultivar visando intensificação do sistema produtivo animal, é necessário investimentos em fertilizantes (Euclides *et al.*, 2015).

A *Brachiaria brizantha* – Piatã é adaptada a solos de média e boa fertilidade das zonas tropicais brasileiras onde, tradicionalmente, outras cultivares de *Brachiaria brizantha* são usadas. São uma boa alternativa para a integração lavoura-pecuária por apresentar fácil dessecação e crescimento inicial mais lento que os capins xaraés e marandu, além das características favoráveis de manejo, arquitetura de planta e acúmulo de forragem no período seco (Embrapa, 2024b).

O capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) é uma alternativa para áreas de solo com maior fertilidade. Esta cultivar contribui para diversificar as espécies de capins disponíveis para a intensificação da produção de carne; substituir a braquiária em processo de degradação; apresenta resistência à cigarrinha-das-pastagens e maior produção foliar com maior ganho de peso pelo gado (Embrapa, 2024c).

Figura 1 - Capim marandu.



Fonte: Autora, 2023.

O nitrogênio faz parte da composição da clorofila e está envolvido diretamente na fotossíntese, no aumento do perfilhamento e produção de massa seca, além do incremento do teor de proteína. Esse elemento químico apresenta várias funções no crescimento de gramíneas, porém possui determinadas desvantagens que merecem atenção como o fato de ser bastante susceptível à lixiviação, desnitrificação e volatilização, sendo necessário cuidados na aplicação. De acordo com Silva *et al.* (2014), é influenciado pelas características ambientais, principalmente pela temperatura, disponibilidade de água e matéria orgânica no solo. Contudo, em pH ácido a sua absorção é comprometida visto que ocorre competição do íon H^+ e NO_3^- pelos sítios de ligação.

O nitrogênio é o principal nutriente em promover o crescimento das plantas e influencia a altura das plantas, o número de perfilhos e a produção de forragem (Irving, 2015). O nitrogênio está presente na composição de diversas moléculas, desde aminoácidos e proteínas, enzimas de diversas vias metabólicas e na composição do DNA, sendo essencial para a vida (Scharf, 2015). Esse elemento é um nutriente fundamental para o crescimento das gramíneas forrageiras e está diretamente ligado ao aumento de produtividade. Seu uso em sistemas pecuários intensivos, tem permitido o aumento significativo na taxa de lotação da pastagem durante a estação chuvosa e tem contribuído para a viabilidade de pequenos e médios produtores. Por ser um nutriente de alta suscetibilidade a perdas, estratégias de manejo da adubação nitrogenada devem ser buscadas para aumentar sua eficiência de uso e reduzir os custos (Martha-Júnior *et al.*, 2015).

Cunha-Júnior e Ferreira (2022), concluíram que o nitrogênio influenciou no crescimento e produção da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sendo este resultado indicado pelo aumento de perfilhamento e surgimento de novas folhas, resultado perceptível a partir da dose de 75 kg ha^{-1} de N. Entretanto, a máxima produção de matéria seca e maior altura de planta ocorreu com a dose de 150 kg ha^{-1} de N. nas condições edafoclimáticas, as dosagens entre 75 e 150 kg ha^{-1} conseguiram obter a melhor resposta sob as características da forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Gontijo-Neto *et al.* (2023), realizaram avaliação de doses de nitrogênio de 0, 50, 100 e 200 kg ha^{-1} na forma de ureia a taxa diária de acúmulo de forragem e a produtividade de matéria seca de forragem apresentaram respostas quadráticas em retorno aos níveis de aplicação de N, sendo a produtividade máxima de forragem obtida com a dose de $155,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de N. Os resultados observados indicam a viabilidade técnica e econômica da adubação nitrogenada com até 84 kg ha^{-1} de N como prática para a recuperação da produtividade de pastagens de *B. brizantha* cv. Piatã.

Avaliando o capim-mombaça sob pastejo intermitente e doses de nitrogênio de 100, 200 e $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, Araújo (2017) observou maiores teores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica nas maiores doses de fertilização. O incremento na dieta dos animais em pastejo através da oferta de pastos adubados com nitrogênio, proporciona reflexos significativos

sobre o desempenho animal. De modo similar, Pinheiro *et al.* (2014), avaliando o desempenho de bovinos em pastagem de capim-tanzânia adubado com nitrogênio (75, 150 e 225 kg ha⁻¹ N) ou consorciado, observaram que os pastos adubados com a maior dose de nitrogênio apresentaram maior produção de matéria seca de forragem, maior disponibilidade de folhas e incrementos no teor de proteína bruta.

4 CONCLUSÃO

O uso da adubação nitrogenada é uma forma eficiente de repor o nitrogênio do sistema solo/planta, embora o uso seja limitado pela a maior parte dos pecuaristas. Uma das justificativas é a expectativa de baixa lucratividade da utilização do fertilizante, principalmente ao sistema extensivo e extrativista de produção animal a pasto, predominante na região do Cerrado, onde há o cultivo intenso de braquiárias.

A adubação nitrogenada é um tema complexo e multidisciplinar em razão das diversas formas de entradas e saídas de nitrogênio do complexo solo/planta. Suas transformações no ecossistema e sua utilização, por parte dos produtores, depende diretamente de sua eficiência, necessitando-se salientar estudos quantitativos de doses e fontes nos diversos sistemas de manejos pecuários.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. A. Benefícios e utilização da irrigação de pastagens para gado de corte. *In*: Simpósio sobre produção e gerenciamento da pecuária de corte, 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2001. p. 95-116.

ARAÚJO, I. M. M. **Produção animal em pastos de capim-mombaça submetidos a doses de nitrogênio**. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2017.

CAMINHA, F. O. *et al.* Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, p. 213-220, 2010.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p.

CUNHA-JÚNIOR, M.; FERREIRA, M. M. **Adubação nitrogenada em braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu)**. 2022. [Documento online]. Disponível em: <http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/handle/123456789/3128>. Acesso em: 24 de fev. 2024.

DEBLITZ, C. **Agribenchmark Beef and Sheep report 2022: a summary of main findings** (online). 2021. 14 p. Disponível em:
<http://catalog.agribenchmark.org/blaetterkatalog/BSR2022/>. Acesso em: 21 de fev. 2024.

EMBRAPA. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Tecnologias. 2024a. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/863/brachiaria-brizanthacv-marandu>. Acesso em: 21 de fev. 2024.

EMBRAPA. ***Brachiaria brizantha* cv. Piatã**. Tecnologias. 2024b. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/865/brachiaria-brizantha--brs-piata>. Acesso em: 21 de fev. 2024.

EMBRAPA. ***Brachiaria brizantha* cv. Tanzânia-1**. Tecnologias. 2024c Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/885/panicum-maximumcv-tanzania-1>. Acesso em: 21 de fev. 2024.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Steer performance on *Panicum maximum* (cv. Mombaça) pastures under two grazing intensities. **Animal Production Science**, v. 56, n. 11, p. 1849-1856, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1071/AN14721>.

GIMENES, F. M. A. *et al.* **Momento da adubação nitrogenada em pastagens intensivamente manejadas**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020. 17 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 125).

GONTIJO-NETO, M. M. *et al.* **Produtividade de forragem da pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã em sistema silvipastoril em resposta a doses crescentes de nitrogênio**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2023. 20 p.

IRVING, L. J. Carbon assimilation, biomass partitioning and productivity in grasses. **Agriculture**, v. 5, p. 1116–1134, 2015.

JANK, L. *et al.* *Panicum maximum*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Orgs.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. p.166-196. 2010.

LEITE, R.C. *et al.* Productivity increase, reduction of nitrogen fertiliser use and drought-stress mitigation by inoculation of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) with *Azospirillum brasilense*. **Crop & Pasture Science**, v. 70, n. 1, p. 61-67, 2018.

MARTHA-JÚNIOR, G. B. *et al.* O Manejo da adubação nitrogenada em pastagem. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 21, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 155-215

MERCANTE, F. M. *et al.* Fixação biológica de nitrogênio em adubos verdes. In: LIMA-FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Orgs.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2023. v. 1, cap. 8, p. 327-355.

MIRANDA, R. A.; MARRIEL, I. E.; OLIVEIRA-PAIVA, C. A. **O mercado de biofertilizantes e inoculantes: status e potencial de ativos da Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2023. 15 p.

Produção Vegetal na Agronomia: abordagens e aplicações | Vila Verde *et al.*

PINHEIRO, A. A. *et al.* Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim-Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2147-2158, 2014.

PREMAZZI, L. M.; MIGUEL, A. N. V. The utilization of tropical legumes to provide nitrogen to pastures: a review. **African Journal of Agricultural Research**. v. 12, n. 2, p. 85-92, 2017.

RODRIGUES, L. F. *et al.* Productivity of *Urochloa brizantha* 'Marandu' influenced by strategic rest periods and nitrogen levels. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 38, p. 3203–3214, 2017.

SANTANA, C. A. M. *et al.* Cerrado: pilar da agricultura brasileira. *In*: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (Orgs.). **Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2020. p. 39-58.

SANTOS, M. E. R; FONSECA, D. M. **Adubação de pastagens em sistemas de produção animal**. Viçosa: Editora UFV, 2016. p. 17-31.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

SCHARF, P. **Managing nitrogen in crop production**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison-USA, 2015. 76p.

SILVA, A. G. *et al.* Eficiência da fertilização fosfatada e nitrogenada em cultivares de milho. **Ciência animal brasileira**, v. 15, n. 2, p. 119-127, 2014.

VOLK, L. B. S.; TRINDADE, J. P. P. Água no solo em sistemas pecuários. *In*: SILVEIRA, M. C. T.; TRENTIN, G. (Orgs.). **Manejo da água na pecuária: aplicação de conceitos, princípios e práticas para racionalizar seu uso**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2023. p. 30-41.

CAPÍTULO 35

RESPOSTAS BIOMÉTRICAS DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO IRRIGADAS COM ÁGUAS DE DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Teonis Batista da Silva   

Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Brasil

Karolayne Ribeiro Caetano   

Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Brasil

Gabriel Araujo Milarindo   

Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Brasil

Patrick Siqueira Costa   

Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Brasil

Renato Oliveira de Sousa   

Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Brasil

Manderson Nunes da Silva   

Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Brasil

João Alves Carvalho   

Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Brasil

Maria Valnice de Souza Silveira   

Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Brasil

Rafael de Souza Miranda   

Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Brasil

DOI: 10.52832/wed.115.716 

Resumo: A salinidade é um dos principais fatores abióticos que restringem significativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, objetivou-se avaliar as respostas biométricas de cultivares de algodoeiro irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidades. O estudo foi realizado no Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE) da Universidade Federal do Piauí, localizado no município de Bom Jesus. O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados em um esquema fatorial 6 x 5, com seis cultivares e cinco níveis de condutividade elétrica (CE) da água de irrigação (controle; 4,0; 8,0; 12,0 e 16 dS m⁻¹), com cinco repetições. Por fim, aos 48 dias após a semeadura, foi realizada a mensuração dos dados biométricos da (altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas (NF), número de nós (NN) e número de botões florais (NB). As cultivares FM 974, FM 978 e FM 985 demonstraram maior sensibilidade aos níveis de salinidade de 12 e 16 (dS/m), resultando em redução do número de folhas, diâmetro do caule e altura das plantas. Por outro lado, a cultivar FM 911 exibiu maior tolerância a esses mesmos níveis de salinidade. Notavelmente a cultivar FM 974 exibiu tolerância aos níveis mais baixos de salinidade (4 e 8 DS/m).

Palavras-chave: Aclimação. Agricultura Biossalina. Semiárido.

1 INTRODUÇÃO

Uma grande restrição ambiental para a produtividade de cultivos nas regiões áridas e semiáridas é a salinidade. Em diferentes estádios do crescimento da planta a tolerância à salinidade do substrato varia, sendo assim, em programas de melhoramento genético voltados à seleção de genótipos tolerantes ao estresse salino, a triagem de genótipos necessária para identificar germoplasma tolerante, em campo pode ser muito trabalhosa devido à heterogeneidade espacial das propriedades físico-químicas do solo e variações sazonais de precipitação (Alencar *et al.*, 2022).

A escassez de água e a degradação do solo representa os principais desafios para cerca de 50% da população mundial em aglomerados urbanos e rurais, especialmente em países áridos e semiáridos (Magwaza *et al.*, 2020). Semelhante à seca, o estresse salino inicialmente, provoca o fechamento estomático como consequência da desidratação fisiológica, limitando principalmente a fotossíntese por difusão (Wang *et al.*, 2018). Este expõe as plantas ao estresse osmótico e à toxicidade iônica, provocando danos oxidativos na maquinaria fotossintética quando prolongado (Chaves *et al.*, 2009).

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), é suscetível à seca e aos estresses salinos, que prejudicam a sua produtividade e diminuem a qualidade da sua pluma (Ibrahim *et al.*, 2019). Este é uma importante cultura produtora de fibra natural que sustenta as indústrias têxteis de mais de 80 países (Abelharem *et al.*, 2019). Diversas respostas protetoras em mudas de algodão são provocadas através do estresse salino, incluindo processos bioquímicos, o início de uma ampla gama de atividades moleculares adicionais e alterações fisiológicas, ultra estruturais e morfológicas em células vegetais (Ahmad *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2021). Portanto, objetivou-se avaliar as respostas biométricas de diferentes cultivares de algodoeiro irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de outubro a dezembro de 2023, no Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE) da Universidade Federal do Piauí, localizado no município de Bom Jesus/PI, nas coordenadas geográficas 9°04'46" S e 44°19'38" W. As sementes das cultivares de algodoeiro foram obtidas na região MATOPIBA, por meio de uma doação da empresa comercial BASF.

O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados em um esquema fatorial 6 x 5, representando seis cultivares e cinco níveis de condutividade elétrica (CE) da água de irrigação (controle; 4,0; 8,0; 12,0 e 16 dS m⁻¹), com cinco repetições. Os níveis salinos da água foram determinados com base no estudo de Rhoades *et al.* (2000) e foram compostos por uma proporção de 7:2:1 p/p de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de magnésio em água da torneira, ajustando-se os valores para a condutividade elétrica da água do presente estudo.

As plantas de algodoeiro foram cultivadas em vasos plásticos com capacidade de 12 litros. Antes da implantação do experimento, foi realizada uma coleta de solo no Assentamento Lagoa do Barro, Bom Jesus-PI, na camada de 0 a 20 cm. Posteriormente à coleta, o solo foi seco à sombra, peneirado e enviado para o laboratório de solos do campus CPCE para análises físico-químicas. E as correções foram realizadas com base nas exigências da cultura seguindo a metodologia (Sousa; Lobato, 2004).

Antes de realizar a semeadura, foi determinado o volume necessário de água para atingir a capacidade de campo do solo por meio da técnica de saturação por capilaridade, seguida de drenagem. Após semear as sementes nos vasos, as irrigações foram realizadas diariamente às 17h, com um volume específico para reposição da água em cada vaso, determinado pelo balanço hídrico.

Usou-se cinco sementes por vaso, na profundidade de 3 cm e dispostas de maneira equidistante. Após quinze dias da semeadura (DAS), realizou o desbaste, mantendo apenas a planta mais vigorosa por vaso. Por fim, aos 48 dias após a semeadura, foi realizado a mensuração dos dados biométricos das plantas de algodoeiro (altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas (NF), número de nós (NN) e número de botões florais (NB). A medida da altura da planta foi realizada com o suporte de uma régua graduada em centímetros, enquanto para determinar o diâmetro do caule (na base da planta), foi empregado um paquímetro digital com uma precisão de 0,1 milímetros. A contagem do número de folhas e botões foi executada manualmente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a análise de variância demonstrou que o cultivo em solo salino afetou significativamente o número de folhas (NF), número de nós (NN), número de botões florais (NB),

diâmetro e altura do caule. Logo, o estresse salino afetou significativamente todas as características morfológicas das plantas. A interação entre a CE e as cultivares de algodoeiro também mostrou efeito significativo no número de folhas (NF), número de nós (NN), número de botões florais (NB), diâmetro e altura do caule (Tabelas 1).

Tabela 1 – Quadrado médio: resumo da análise de variância das variáveis de crescimento.

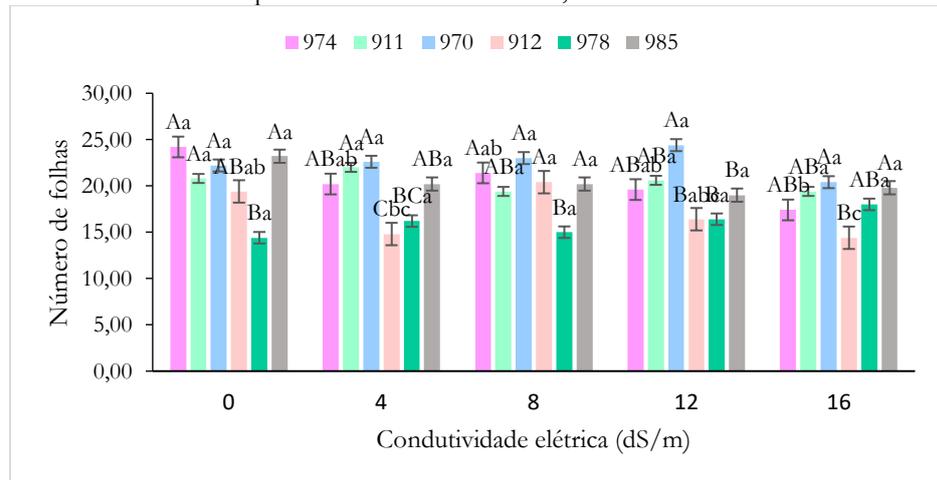
	GL	NF	NN	Diâmetro	NB	Altura
Cultivar (974, 911, 970, 912, 978, 985)	5	150.966667**	9.862667**	7.101190**	56.928000**	365.119427**
CE	1	24.310000*	5.956667**	8.532906**	11.243333**	1735121,22**
Cultivar x CE	1	16.470000**	3.152667**	3.196836**	3.951333**	23.856800**
Bloco	1	3.276667	1.706667	0.840016	1.876667	10.100449
Erro	11	7.783563	0.685977	0.914772	1.224943	5.643829
CV (%)		14.30	9.33	11.10	23.45	4.64

Nota: ** significativo a 1%, valor de $P < 0,01$; * significativo a 5%, valor de $P < 0,05$; FV: fator de variação; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação; Condutividade elétrica (CE); Número de nós (NN); Número de botões florais (NB); Número de folhas (NF).

Fonte: Autores, 2024.

Na Figura 1 a seguir temos os dados do NF das seis cultivares avaliadas, em função da condutividade elétrica da irrigação.

Figura 1 – Número de folhas de seis cultivares de algodoeiro, sob influência da condutividade elétrica da irrigação. Letras maiúsculas comparam as cultivares no mesmo nível de estresse; letras minúsculas comparam os níveis de estresse, na mesma cultivar.



Fonte: Autores, 2024.

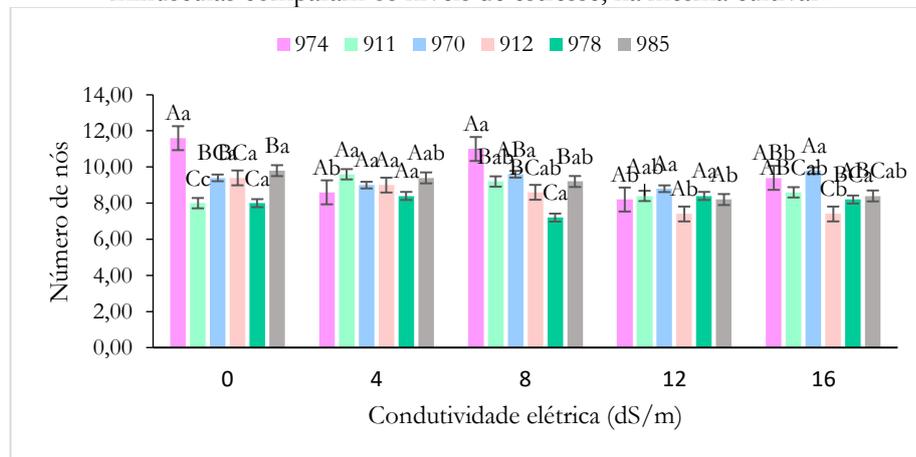
A cultivar 978 apresentou menor média do número de folhas, se tornando diferente estatisticamente de todas as demais exceto da cultivar 912 no controle (condutividade elétrica 0 dS/m) (Figura 1). Ensaios realizados por (Sikder *et al.*, 2020), evidenciam a influência da salinidade

nas características ligadas ao desenvolvimento, resultando na redução do comprimento da parte aérea da planta e na diminuição da quantidade de folhas.

Os diferentes níveis de salinidade não diminuíram significativamente a variável número de folhas das cultivares 978, 970, 985 (Figura 1). Essas cultivares evidenciam uma tolerância a altos níveis de condutividade elétrica.

Diferentes níveis de salinidade não afetaram o número de nós da cultivar 978. Na condutividade elétrica de 4 (dS/m) todas as cultivares tiveram comportamento semelhante (Figura 2). O estudo realizado por Romdhane *et al.* (2020), corrobora com os achados do nosso estudo, onde verificou-se que o número de folhas em plantas de milho não foi afetado pelo estresse salino.

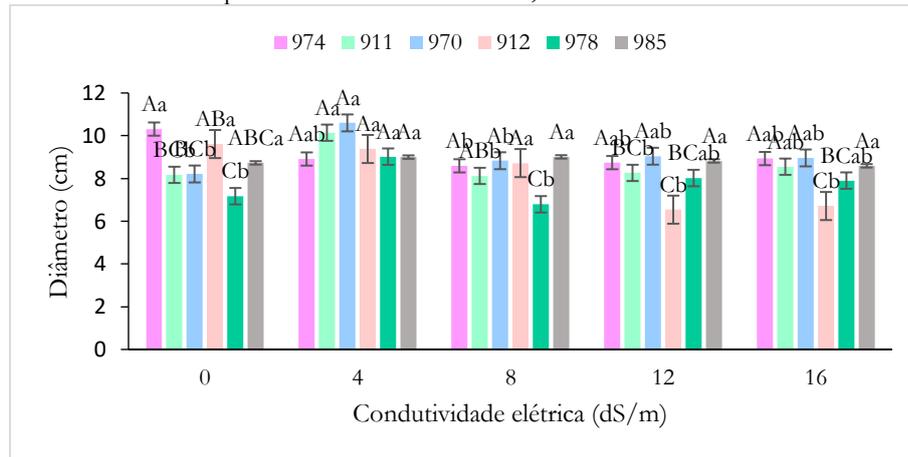
Figura 2 – Número de nós de seis cultivares de algodoeiro, sob influência da condutividade elétrica da irrigação. Letras maiúsculas comparam as cultivares no mesmo nível de estresse; letras minúsculas comparam os níveis de estresse, na mesma cultivar.



Fonte: Autores, 2024.

As condutividades 12 e 16 (dS/m) reduziram significativamente o diâmetro da cultivar 912. Os diferentes níveis de salinidade não afetaram significativamente o diâmetro da cultivar 985. Na condutividade de 4 (dS/m) todas as cultivares tiveram o mesmo comportamento (Figura 3). Segundo Dias *et al.* (2020), a irrigação do algodoeiro com águas salinizadas resultou em diminuições no diâmetro do caule, conforme observado em plantas de algodoeiro submetidas a uma condutividade elétrica de 6,7 dS m⁻¹.

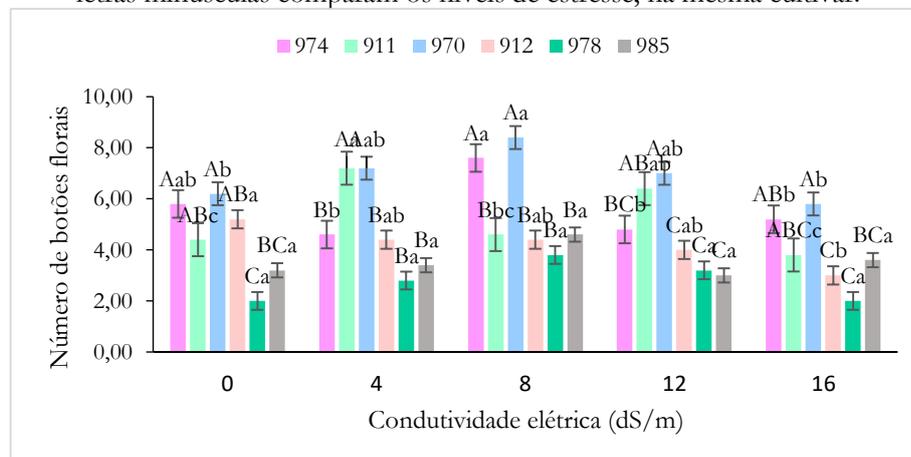
Figura 3 – Diâmetro de seis cultivares de algodoeiro, sob influência da condutividade elétrica da irrigação. Letras maiúsculas comparam as cultivares no mesmo nível de estresse; letras minúsculas comparam os níveis de estresse, na mesma cultivar.



Fonte: Autores, 2024.

No controle (condutividade elétrica 0 dS/m) as cultivares 978 e 985 apresentaram comportamentos semelhantes estatisticamente, em que a cultivar 978 apresenta comportamento diferente de todas as demais, esta semelhança se repete em todas as demais condutividades elétricas. Na condutividade elétrica 4 (dS/m) as cultivares 911 e 970 apresentaram comportamento estatisticamente superior, se diferenciando estaticamente das demais. O mesmo comportamento foi demonstrado pelas cultivares 974 e 970 na condutividade elétrica de 8 (dS/m). Sendo as demais semelhantes estatisticamente. Os diferentes níveis de salinidade não afetaram significativamente o número de botões florais das cultivares 978 e 985 (Figura 4).

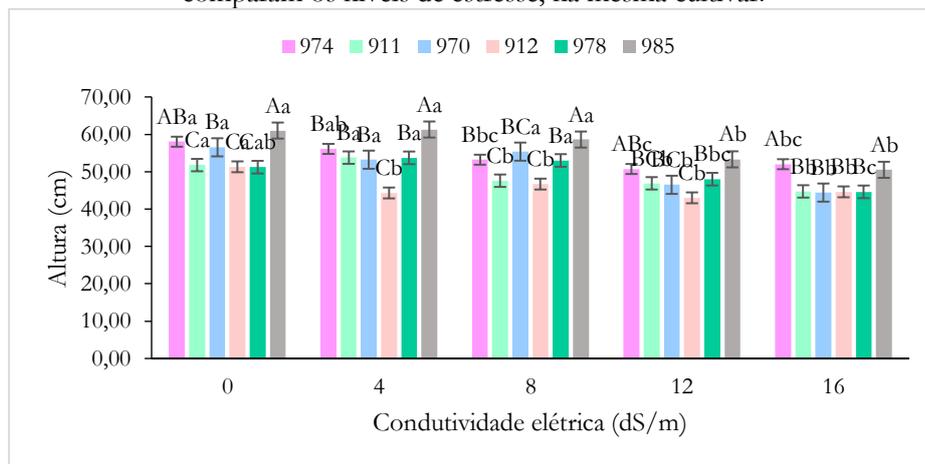
Figura 4 – Número de botões florais de seis cultivares de algodoeiro, sob influência da condutividade elétrica da irrigação. Letras maiúsculas comparam as cultivares no mesmo nível de estresse; letras minúsculas comparam os níveis de estresse, na mesma cultivar.



Fonte: Autores, 2024.

Apesar da cultivar 985 apresentar maiores médias de altura esta é estatisticamente semelhante a cultivar 974 no controle (condutividade elétrica 0 dS/m) e diferente das demais. Na condutividade elétrica de 4 (dS/m) as cultivares 912 e 985 diferiram das demais, em que a 912 apresentou menor média de altura nesta concentração. As condutividades elétricas 8, 12 e 16 (dS/m) não promoveram diferenças significativas nas cultivares 974 e 911. Na condutividade elétrica de 16 (dS/m) exceto as cultivares 974 e 985 todas as cultivares foram estatisticamente menos desenvolvidas. A cultivar 985 só teve sua altura reduzida significativamente a partir da condutividade elétrica 12 (dS/m) (Figura 5).

Figura 5 – Altura (cm) de seis cultivares de algodoeiro, sob influência da condutividade elétrica da irrigação. Letras maiúsculas comparam as cultivares no mesmo nível de estresse; letras minúsculas comparam os níveis de estresse, na mesma cultivar.



Fonte: Autores, 2024.

O primeiro impacto mensurável do estresse hídrico/salino é a redução no crescimento, resultante da diminuição na expansão celular devido à seca fisiológica e ao efeito tóxico provocado pela concentração de íons no protoplasma (Taiz *et al.*, 2017). Dias *et al.* (2020), constataram uma diminuição na estatura das plantas de algodão à medida que a condutividade elétrica aumentava. Isso sugere que a prolongada exposição das plantas ao estresse salino está associada à intensificação dos efeitos prejudiciais sobre o crescimento em altura das plantas.

4 CONCLUSÃO

As cultivares FM 974, FM 978 e FM 985 demonstraram maior sensibilidade aos níveis de salinidade de 12 e 16 (dS/m), resultando em redução do número de folhas, diâmetro do caule e altura das plantas. Por outro lado, a cultivar FM 911 exibiu maior tolerância os esses mesmos níveis de salinidade. Notavelmente a cultivar FM 974 exibiu tolerância aos níveis mais baixos de salinidade (4 e 8 DS/m). Esses resultados têm implicações significativas na seleção e adoção de cultivares em

ambientes salinos, como os encontrados em regiões semiáridas e áridas. Além disso, contribuem para programas de melhoramento genético do algodoeiro, permitindo a identificação de parentais mais resistentes à salinidade.

Agradecimentos e financiamento

Os autores expressam sua gratidão pelo apoio financeiro fornecido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela bolsa de doutorado concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- ABDELRAHEEM, A; ESMAEILI, N; O'CONNELL, M; ZHANG, J. F. Progress and perspective on drought and salt stress tolerance in cotton. **Industrial Crops and Products**, v. 130, p. 118-129, 2019.
- AHMAD, G; ZHU, G.; ZHOU, X; SONG; HUSSEIN IBRAHIM, M.E; IBRAHIM SALIHE.G; HUSSAIN, S; YOUNAS, M. U. Pivotal role of phytohormones and their responsive genes in plant growth and their signaling and transduction pathway under salt stress in cotton. **International journal of molecular sciences**, v. 23, n. 13, p. 7339, 2022.
- CHAVES, M. M; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of botany**, v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A.; FERNANDES, P. D. Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-potassium combination. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 470-479, 2020.
- IBRAHIM, W; QIU, C. W; ZHANG, C.; CAO, F; SHUIJIN, Z.; WU, F. Análise fisiológica comparativa na tolerância à salinidade e à seca individual e combinada em dois genótipos de algodoeiro com tolerância salina contrastante. **Fisiol. Planta**, v. 165, n. 2, p. 10.1111-12791, 2019.
- MAGWAZA, S. T.; MAGWAZA, L. S.; ODINDO, A. O.; MDITSHWA, A. Hydroponic technology as decentralised system for domestic wastewater treatment and vegetable production in urban agriculture: A review. **Science of the Total Environment**, v. 698, p. 134154, 2020.
- ROMDHANE, L.; RADHOUANE, L.; FAROOQ, M.; DAL CORTIVO, C.; PANOZZO, A.; VAMERALI, T. Morphological and biochemical changes in maize under drought and salinity stresses in a semi-arid environment. **Plant Biosystems-an International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology**, v. 154, n. 3, p. 396-404, 2020.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000. 117 p. (Estudos da FAO - Irrigação e Drenagem, 48).

SIKDER, R. K.; WANG, X.; JIN, D.; ZHANG, H.; GUI, H.; DONG, Q.; SONG, M. Screening and evaluation of reliable traits of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes for salt tolerance at the seedling growth stage. **Journal of Cotton Research**, v. 3, p. 1-13, 2020.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

SOUZA, S. A.; FREIRE, J. N. T.; SILVA, J. C.; GOMES, R. A.; NASCIMENTO, M. A.; ANTONIO, R. P.; DANTAS, B. F. Seleção de genótipos do gênero *Manihot* tolerantes à salinidade durante estabelecimento inicial. **Scientia Plena**, v. 18, n. 3, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

WANG, X.; WANG, W.; HUANG, J.; PENG, S.; XIONG, D. Diffusional conductance to CO₂ is the key limitation to photosynthesis in salt-stressed leaves of rice (*Oryza sativa* L.). **Physiologia Plantarum**, v. 163, n. 1, p. 45-58, 2018.

ZHANG, Y.; ZHOU, X.; DONG, Y.; ZHANG, F.; HE, Q.; CHEN, J.; ZHAO, T. Seed priming with melatonin improves salt tolerance in cotton through regulating photosynthesis, scavenging reactive oxygen species and coordinating with phytohormone signal pathways. **Industrial Crops and Products**, v. 169, p. 113671, 2021.

**Denise dos Santos Vila Verde
Adriele Nascimento Santana
José Antonio da Silva Dantas
Arlini Rodrigues Fialho
Letícia Sousa dos Santos
Organizadores**

PRODUÇÃO VEGETAL NA AGRONOMIA: ABORDAGENS E APLICAÇÕES

VOLUME I



Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

E-mails: contato@wisseneditora.com.br

wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:

@wisseneditora

Teresina - PI, 2024

